COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

PRÉSENTÉS

PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

TOME QUARANTE-TROISIÈME

ANNÉE 1957

N° 9. — Séances des 8 et 15 Mai 1957

PARIS

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

18, RUE DE BELLECHASSE, 18

(7e Arrt) — Invalides : 10-87

1er JUL 1957

La Bibliothèque de l'Académie d'Agriculture est ouverte tous les jours, de 14 heures à 17 heures, sauf le samedi. Le Bibliothécaire se tient à la disposition des lecteurs et chercheurs autorisés qui devront se présenter à lui pour y avoir accès.

L'Académie d'Agriculture de France

Son rôle, ses travaux

L'Académie d'Agriculture de France, instituée sous Louis XV, a été reconnue comme établissement d'utilité publique par décret du 23 août 1878 de M. le Président de la République Française.

Elle s'honore d'avoir, dans le passé, compté dans son sein, à coté des praticiens les plus éminents de l'agriculture française, de grands savants comme Pasteur, Boussingault, Dumas, Chevreul, Deherain, Schlœsing, de Vilmorin, Dechambre, de Candolle, Mathieu de Dombasle, Hickel, Bouvier et tant d'autres aujourd'hui disparus.

Elle a pour mission d'étudier les questions se rattachant à la production agricole ainsi qu'à l'économie rurale et d'éclairer le Gouvernement sur tout ce qui intéresse le progrès et le développement de l'agriculture.

Il n'est pas de problèmes concernant l'agriculture qu'elle n'ait, à l'heure actuelle, abordés; même aux heures les plus sombres de notre histoire son activité ne s'est jamais ralentie.

*
* *

Les questions de technique agricole (agriculture, art vétérinaire, zootechnie, sylviculture, génie rural, chimie, histoire naturelle, entomologie, etc.), ainsi que les problèmes de politique générale agricole et d'économie rurale sont, au cours de séances hebdomadaires publiques, exposés par ses membres les plus qualifiés.

L'Académie ne se borne pas à des études théoriques. Elle a, dans le domaine forestier d'Harcourt (Eure) qui lui a été légué par un de ses membres, poursuivi depuis un siècle l'acclimatation ainsi que l'étude de nombreuses essences forestières métropolitaines, européennes ou exotiques.

Par l'abondance et la variété des sujets traités, par l'objectivité et le sens des réalités qui président aux discussions, les travaux de l'Académie constituent une documentation unique en matière agricole et une mise au point permanente de toutes les questions intéressant l'économie rurale.

(*Suite page III*)

SÉANCE DU 8 MAI 1957

Présidence de M. Tony BALLU

DÉCÈS DE MAURICE LENGLEN

M. le Président. — Après la disparition d'Henry Girard nous avons à déplorer celle de Maurice Lenglen. Votre président et plusieurs de nos Confrères ont assisté aux obsèques de ce dernier et ont exprimé à la famille du disparu nos sentiments unanimes de condoléance.

Suivant la tradition, M. le Secrétaire perpétuel veut bien présenter deux Notices en hommage aux confrères que nous venons de perdre.

HENRY GIRARD (1877-1957)

M. le Secrétaire perpétuel. — Correspondant national en 1917, membre titulaire en 1922, président de l'Académie en 1942, Henry Girard laisse parmi nous un grand souvenir.

C'est par un destin singulièrement volontaire qu'il était devenu l'une des personnalités marquantes du monde agricole.

Fils d'un industriel parisien, ses études le conduisaient d'abord à l'École des Hautes Études commerciales et à la Faculté de Droit. La vocation spontanée qu'il manifesta pour l'agriculture fut sagement mise à l'épreuve par plusieurs stages dans de grandes exploitations, par des études suivies comme auditeur libre à l'Institut national agronomique et par une série de voyages à l'étranger. Dès cette période de jeunesse, Henry Girard fait apparaître sa curiosité d'esprit et son goût du progrès en étudiant diverses questions agricoles et en rédigeant des mémoires, dont plusieurs sont couronnés par la Société des Agriculteurs de France.

Mais il tient essentiellement à devenir cultivateur et, en 1905, il acquiert le domaine de Bertranfosse, à Plailly, dans l'Oise. Il se consacre à la remise en état, à l'aménagement comme à l'extension d'un fonds jusqu'alors délaissé et il réussit d'une manière si frappante que, dès 1912, son exploitation se trouve distinguée par un prix de la Société des Agriculteurs de l'Oise : les récompenses se succéderont ensuite nombreuses et variées.

Dans la conduite même de son entreprise, Henry Girard met en lumière quelques-uns des progrès auxquels il s'attachera sur un plan plus général et qui feront l'objet de ses principales publications (1).

Herbager, producteur de lait, éleveur de moutons, il éprouve par lui-même, avant de les vulgariser, les méthodes les plus efficaces d'amélioration sélective et d'alimentation du bétail.

Les dispositions des bâtiments et des ateliers de sa ferme font l'objet de soins particulièrement attentifs; il recherche les économies d'efforts

(1) Sont à rappeler notamment :
Le bon herbager, par H. Girard et H. Rouy.
Le mouton de rapport, par H. Girard et G. Jannin.
Cultivateurs, comptez pour mieux diriger, par H. Girard.
La fonction administrative et la fonction commerciale dans les entreprises agricoles (dans le Bulletin du Comité national de l'organisation française).

et de trajets qui épargnent la main-d'œuvre; il conçoit l'une des installations électriques les plus complètes qui aient été réalisées à ce moment : il prêche ainsi d'exemple avant de participer à un enseignement moderne sur l'organisation scientifique du travail.

C'est encore en « exploitant » soucieux d'éclairer sa gestion qu'Henry Girard met au point des règles de comptabilité à la fois simples et significatives qu'il recommandera ensuite à l'ensemble des cultivateurs.

***

En essayant de rappeler les traits caractéristiques de notre Confrère très regretté, il faut souligner combien sa vocation agricole s'est rapidement élargie au delà de son exploitation personnelle. Il a vite éprouvé la nécessité comme l'importance des organisations professionnelles et il s'est dévoué parmi elles dans les rôles les plus variés.

De la Société d'Agriculture de Senlis, de la Société des Agriculteurs de l'Oise, de la Caisse de Crédit Agricole, de la Chambre d'Agriculture, du Syndicat agricole de la région de Paris, il étend ensuite ses participations à des organismes de cadre national. Il joue un rôle actif à la Société française de Protection de la Main-d'Œuvre agricole, à l'Association d'Expansion économique, à la Confédération nationale des Associations agricoles où il remplace comme Secrétaire notre confrère J. H. Ricard devenu Ministre de l'Agriculture. Dans un autre cadre, Henry Girard collabore aux travaux du Musée social et de la société d'Économie sociale parmi les disciples de Frédéric Le Play. Plus récemment, il était devenu administrateur du Comité national de l'Organisation française.

Les grands événements le trouvent prêt à servir et l'esprit ouvert aux problèmes les plus nouveaux. Pendant la guerre de 1914-1918, mobilisé dans l'intendance, il n'apporte pas seulement un concours très apprécié aux Services du Ravitaillement. Il devient Chef adjoint du Service de la Main-d'Œuvre agricole et plus tard, en collaboration avec notre confrère M. Edouard de Warren, il prend place à l'Office de Reconstitution agricole des Régions libérées.

***

L'action et le mérite d'Henry Girard n'ont pas été moindres dans ses rôles de publiciste.

Lui qui avait réussi à devenir par lui-même un agriculteur, grâce à la lecture et à l'observation d'abord, puis grâce à l'expérience acquise dans sa ferme, il s'est intéressé toute sa vie à l'information économique et technique des cultivateurs, de même qu'à l'enseignement professionnel des jeunes.

Dans ces domaines, il a pu exercer une influence étendue par les nombreux articles et par les livres qu'il écrivait, comme par les publications qu'il éditait à la Librairie de la Maison Rustique.

Son nom restera celui d'un animateur, toujours soucieux de savoir et de bien faire savoir.

***

A l'Académie d'Agriculture, s'il intervenait volontiers dans les discussions, Henry Girard ne faisait qu'assez rarement des communications étendues. Celles qu'il apportait, toujours très étudiées, concernaient surtout des questions dont il avait une personnelle expérience, telles que la production laitière, le marché de la viande et, notamment, la comptabilité agricole.

Mais, à côté de ces exposés, nos comptes rendus ont recueilli de sa part un grand nombre de présentations d'ouvrages : il prenait beaucoup de soin à mettre en lumière les mérites des livres publiés sur des techniques agricoles ou sur des problèmes d'économie rurale.

Depuis plusieurs années, la maladie le privait d'assister régulièrement à nos séances. Nous avions eu cependant la satisfaction de le revoir, en octobre dernier, lors de la réception de notre confrère canadien M. Magnan qui était son ami. Et nous nous rappelons avec émotion que, quatre jours avant son brusque décès, il manifestait une dernière fois son attention dévouée en venant signer la feuille de présence pour une séance d'élections.

Les Membres de l'Académie d'Agriculture seront fidèles au souvenir de cette attachante personnalité; ils expriment à Mme Girard et à sa nombreuse famille des sentiments émus de profonde sympathie.

MAURICE LENGLEN (1878-1957)

M. le Secrétaire perpétuel. — Nous avons appris avec beaucoup de tristesse la mort subite de notre confrère Lenglen qui participait encore à notre dernière séance.

D'abord chimiste dans un laboratoire d'expertises, puis dans une usine de fabrication de cyanures, il s'était orienté vers les questions agricoles en prenant conscience des besoins éprouvés par ses concitoyens du département de l'Oise. Il créait en 1905 à Beauvais un laboratoire d'analyses dont le succès lui permit de fournir des avis éclairés à un grand nombre d'agriculteurs et le conduisit à élargir progressivement son rôle de vulgarisateur et de conseiller. Conférencier infatigable, il contribuait à la création d'une série de syndicats cantonaux ou locaux, puis à celle d'une Union des syndicats agricoles de l'Oise dont il fut le secrétaire général. L'organisme est devenu ensuite Syndicat agricole départemental de l'Oise et Lenglen en fut le président pendant de longues années.

La guerre de 1914-1918 lui permit de manifester son sens pratique en divers domaines. C'est sur son initiative que fut créé, en 1916, un Service de la Récupération des Déchets aux armées, dont la conduite lui fut confiée. Puis, en 1917, sous la direction de notre ancien président Eugène Roux, il fut chargé d'un Office des Produits chimiques agricoles au Ministère de l'Agriculture.

A l'issue de la guerre, les industriels fabricants d'engrais, qui avaient eu l'occasion d'apprécier les activités de Maurice Lenglen, lui confièrent la direction du Syndicat national de Propagande pour développer l'emploi des engrais. C'est dans ce rôle qu'il a pu montrer, jusqu'à sa limite d'âge, toute son ardeur de propagandiste, appuyée par de nombreuses publications et notamment par un ouvrage « Pourquoi, où, quand et comment employer les engrais? » qui a rencontré un grand succès.

Lenglen s'est également intéressé aux amendements calcaires qu'il a contribué à remettre en honneur. Il s'est toujours préoccupé des fraudes en matière d'engrais ou de produits agricoles et il a présenté à cet égard d'utiles initiatives.

On lui doit en outre plusieurs organisations de propagande d'un grand retentissement, notamment celle d'un Train-Exposition agricole, réalisée avec le concours de plusieurs réseaux de chemins de fer.

D'autre part, la curiosité d'esprit de Maurice Lenglen l'avait amené à constituer une très importante bibliothèque d'ouvrages sur l'histoire de l'agriculture, sur les sciences agronomiques et sur les techniques agricoles. Il se trouvait ainsi en mesure d'évoquer avec compétence les recherches du passé et les étapes successives des connaissances : nous lui devons à cet égard une série de communications intéressantes présentées à l'Académie.

L'estime que notre Confrère s'était acquise, particulièrement dans le milieu de l'industrie et du commerce des engrais, s'est traduite par une manifestation organisée pour son 70e anniversaire et son Jubilé pro-

fessionnel. Une souscription ayant été ouverte à cette occasion, le bénéficiaire a voulu qu'un don important fût fait à l'Académie d'Agriculture et c'est ainsi que nous avons pu inscrire avec une vive gratitude, parmi les récompenses dont dispose notre Compagnie, un « Prix de la Fondation Maurice Lenglen ».

Au cours de la cérémonie de ce Jubilé, notre ancien président Albert Demolon rendait hommage, notamment, aux études historiques où l'auteur montrait qu' « à toutes les époques il y eut chez nous des observateurs et des précurseurs » : or, ceux-ci, ajoutait Demolon, « seraient restés inconnus si Lenglen ne les avait tirés d'un injuste oubli par ses études et ses recherches ».

Ce témoignage, entre autres, restera pour nous associé au souvenir de notre Confrère. En les assurant de notre fidélité, nous renouvelons à M^me^ Lenglen et à sa famille l'expression de nos condoléances attristées.

LE VI^e^ CONGRÈS INTERNATIONAL DU PEUPLIER ET LES PROGRÈS DE LA POPULICULTURE

M. Guinier. — Du 16 avril au 1^er^ mai 1957 a eu lieu en France le VI^e^ Congrès international du Peuplier coïncidant avec la IX^e^ Session de la Commission internationale du Peuplier. Indépendamment des séances de travail, le programme du Congrès comportait des excursions dans diverses régions françaises où est pratiquée la culture des peupliers et où, depuis plusieurs années, ont été installés des dispositifs d'expérimentation méthodique à ce sujet. Le Congrès a rassemblé 130 participants appartenant à 28 nations.

Cette réunion internationale est l'aboutissement d'un mouvement en faveur de l'extension et du perfectionnement de la culture du peuplier, qui a pris naissance il ya dix ans. La question de l'instauration d'une populiculture rationnelle est d'une importance mondiale et présente des aspects originaux du point de vue économique, agronomique et aussi botanique. De nos jours, malgré l'emploi de nouveaux matériaux ou matières premières, on voit s'accroître le besoin de bois et, en bien des pays, la production est insuffisante. Les peupliers, de croissance rapide, sont susceptibles de fournir en peu d'années un important volume de bois d'un bon usage industriel. Dans nos pays, les peupliers peuvent occuper utilement des terrains plus ou moins mouilleux, des prairies de médiocre qualité qui, avec l'évolution de l'économie rurale, ont perdu leur intérêt agricole. Par places, les peupliers peuvent s'intercaler au milieu des cultures et, notamment, jouer un rôle très utile comme brise-vents. Ailleurs, comme en Proche-Orient, dans des contrées déboisées et où, au surplus, la forêt ne peut être que peu productive, les peupliers, cultivés en sol irrigué, contribuent pour beaucoup à l'approvisionnement en bois. Mais, pour bien utiliser les peupliers, il faut bien les connaître. Cette étude est complexe : on est en présence de nombreux types, généralement des hybrides, propagés par boutures; ce sont des « clones », souvent peu distincts par leurs caractères extérieurs et cependant différents par leurs particularités physiologiques; une grande confusion régnait au sujet de leurs dénominations. Il ne suffit pas d'ailleurs d'identifier et de dénommer de manière précise les peupliers : il faut définir leur comportement, leur adaptation aux conditions de climat et de sol, d'où doivent dériver les principes de leur culture. Il importe aussi de bien établir les qualités de leur bois et son aptitude aux divers usages industriels. Enfin, les peupliers cultivés sont exposés à des maladies cryptogamiques, ils sont attaqués par des insectes : la connaissance des ennemis des peupliers et des moyens de les combattre est indispensable.

Tel est le programme qui a été celui de la Commission nationale du Peuplier, établie en 1942 auprès de la Direction générale des Eaux et Forêts, commission où collaborent des forestiers de carrière, des propriétaires planteurs de peupliers, des pépiniéristes, des scientifiques, des utilisateurs du bois. Bientôt il apparut opportun d'élargir le cadre des études. En certains pays, notamment en Hollande, en Italie, les peupliers avaient été l'objet d'études méthodiques; il importait d'entrer en relations avec les spécialistes de ces pays, de connaître les peupliers qu'ils cultivent et les méthodes qu'ils appliquent. De là la décision, prise sur l'initiative de l'Inspecteur général Tassion, d'organiser, en avril 1947, une Semaine Internationale du Peuplier. Le succès fut marqué : des représentants qualifiés de huit nations européennes participèrent aux discussions et au voyage d'études dans les peupleraies françaises. Approuvant le plan d'études qui leur était proposé, les participants reconnurent l'utilité de la création d'un organisme international pour l'étude du peuplier. Cette idée fut acceptée par le Directeur de la Division des forêts à l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (F. A. O.) et bientôt fut instituée, sous l'égide de la F. A. O., la Commission internationale du Peuplier. Cette commission a activement fonctionné : des sessions ont été tenues dans les divers pays de l'Europe occidentale; à la faveur des échanges de vues entre spécialistes et des constatations faites sur le terrain, la connaissance des peupliers et de leur culture a rapidement progressé. Successivement, des nations de plus en plus nombreuses ont adhéré à la Commission et, en tous pays, une propagande était faite pour développer une populiculture rationnelle. Le mouvement s'est étendu hors d'Europe, dans le Proche et le Moyen-Orient, où une réunion d'information a été tenue en 1954, dans l'Amérique latine, où une réunion analogue a eu lieu en 1956. La Commission internationale du Peuplier a pleinement atteint le but proposé. De nombreuses études ont été faites, des documents se sont accumulés : une science du peuplier s'est constituée et les divers aspects de la populiculture, suivant les pays et les régions, ont été mis en évidence.

Dans cette évolution de la populiculture, la France, à qui revient l'initiative d'une collaboration internationale, a pris une large part. Depuis longtemps la culture du peuplier est pratiquée dans certaines régions telles que la vallée de la Garonne, le Marais poitevin, les vallées de la Marne, de l'Ourcq, de la Haute-Seine. Cette culture repose sur des principes traditionnels. Par un choix plus judicieux des types cultivés, une meilleure connaissance des sols propices aux peupliers, l'application de méthodes de culture appropriées, on peut accroître la surface cultivée et améliorer la production des peupleraies. La Commission nationale du Peuplier s'est attachée d'une part à promouvoir des études sur les peupliers, d'autre part à exercer une action de propagande auprès des populations intéressées. Il s'agissait d'abord de reconnaître les types de peupliers, de déterminer leurs exigences, d'essayer des types nouveaux et de rechercher les meilleures méthodes de culture à utiliser en chaque cas. Ces études, qui doivent avoir un caractère expérimental, ont été confiées à la Station de recherches et expériences forestières, avec le concours des ingénieurs des Eaux et Forêts en fonction dans les diverses régions. Des « populetums » ont été créés, dans lesquels on cultive côte à côte, avec des modalités diverses, des types variés de peupliers. C'est d'abord un populetum national, établi dans la vallée de la Loire, à Vineuil, près de Blois, où sont réunis un grand nombre de types de peupliers. En outre, dans diverses régions, existent des populetums régionaux où sont plus spécialement mis à l'épreuve des types intéressants pour la région. Des places d'expériences, réparties dans divers départements, où est étudiée, suivant les méthodes statistiques, la croissance des peupliers, occupent au total environ 60 hectares : les mensurations portent sur 11.000 peupliers. De la pépinière annexée au populetum de Vineuil, partent chaque année de nombreuses boutures qui sont distribuées dans

les pépinières de l'État ou mises à la disposition des particuliers : ainsi est progressivement réalisée la substitution à des types mal définis et de valeur douteuse, de types d'identification certaine. L'étude des propriétés technologiques et de l'utilisation rationnelle du bois des divers types est confiée au laboratoire d'essais du Centre technique du Bois. D'autre part, des études sur les maladies cryptogamiques et les moyens de les combattre sont faites par les pathologistes de l'Institut agronomique et de l'Institut de la Recherche agronomique. L'action de propagande est exercée par la Commission sous forme de Congrès régionaux du Peuplier : des conférences et surtout des démonstrations sur le terrain permettent de répandre dans les régions les plus propices à la culture du peuplier les principes rationnels de cette culture.

L'action de la Commission nationale du Peuplier s'est traduite par une recrudescence des plantations et par la vulgarisation des méthodes recommandées. Chaque année, encouragés par l'aide du Fonds forestier national, conseillés par les ingénieurs des Eaux et Forêts, dans les préoccupations desquels les peupliers ont pris une place importante, surtout en certaines régions, des propriétaires étendent la surface des peupleraies ou plantent des peupliers en bordure des cours d'eau ou à la limite de leurs propriétés : on estime que la surface consacrée à la populiculture augmente de plus de 3 p. 100 chaque année. Il est difficile d'avancer un chiffre précis pour la surface occupée par les peupliers : la faible étendue et la grande dispersion des peupleraies, la dissémination de très nombreux peupliers au milieu des cultures, rend très ardue une estimation de la superficie totale couverte. On peut avancer cependant le chiffre de 150.000 à 160.000 hectares. Pour la production du bois de peuplier les statistiques enregistrent un volume annuel d'environ 2 millions de mètres cubes. Ceci correspond à une production moyenne d'une douzaine de mètres cubes par hectare et par an, ce qui est exceptionnel pour des arbres forestiers, mais normal pour des peupliers. On sait qu'en certaines provinces c'est une vieille coutume que de planter, à la naissance d'une fille, un certain nombre de peupliers qui, exploités vingt ou vingt-cinq ans plus tard, lui fournissent une dot : on admettait qu'un peuplier augmentait de valeur à raison de 1 franc-or par an. Les circonstances économiques ont changé : la spéculation reste aussi avantageuse.

Le bois de peuplier est de plus en plus recherché pour des usages variés. Débité par sciage, il est utilisé en ébénisterie, menuiserie et caisserie; après déroulage, il sert à la fabrication d'emballages légers divers, cageots pour fruits et légumes, boîtes à fromages, à la confection de panneaux contreplaqués et de tiges d'allumettes. Le volume de bois consommé ainsi est considérable : on peut être surpris d'apprendre que la seule fabrication de boîtes à fromages absorbe annuellement 110.000 mètres cubes et que l'approvisionnement des manufactures d'allumettes exige plus de 50.000 mètres cubes. A ces usages il faut ajouter la transformation en pâte à papier, usage pour lequel la demande va en croissant et qui, d'ailleurs, permet d'utiliser les parties hautes du tronc et les branches. Les débouchés ne manquent pas pour le bois de peuplier, et si l'on peut formuler une crainte, c'est qu'un déséquilibre se manifeste entre la production et la consommation, lorsque viendront à l'âge d'exploitation les peupliers plantés en trop petit nombre durant la période 1935-1945.

La culture du peuplier, sous des formes diverses, complète heureusement la mise en valeur d'un terroir et est nettement rémunératrice. Mais cette culture doit être conduite rationnellement : les études poursuivies depuis une dizaine d'années et l'expérience acquise permettent de le faire.

Présentation d'ouvrages :

LES PEUPLIERS DANS LA PRODUCTION DU BOIS ET L'UTILISATION DES TERRES (*)

LA CULTURE DU PEUPLIER

par **Jean Pourtet**

M. Guinier. — Comme conséquence des études poursuivies sous l'impulsion de la Commission internationale du Peuplier et de la Commission nationale du Peuplier, deux ouvrages viennent de paraître qui constituent, avec des points de vue légèrement différents, des traités de populiculture rationnelle.

Le plus complet (523 pages, nombreuses illustrations) intitulé *Les peupliers dans la production du bois et l'utilisation des terres*, édité par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (F. A. O.), est l'œuvre collective des membres du Comité exécutif permanent de la Commission internationale du Peuplier. C'est la résultante des études faites et des expériences réalisées en divers pays, l'exposé de la doctrine de la Commission internationale.

L'ouvrage débute par l'étude des types de peupliers. Ce chapitre est dû à la collaboration de M. Houtzagers (Pays-Bas), notre correspondant à titre étranger, et de M. Pourtet (France). La classification et la nomenclature admises résultent des discussions de la Commission et sont en accord avec les règles adoptées par les Congrès internationaux de botanique et d'horticulture. Il faut rappeler à ce sujet que les peupliers cultivés étant propagés uniquement par boutures, un type représente un individu indéfiniment fragmenté : on parle donc de *clones*, rattachés à une espèce légitime ou hybride. Les principaux types sont brièvement décrits; leurs exigences et leur répartition sont indiquées.

La culture des peupliers est envisagée sous deux aspects : culture intensive, hors forêt, et culture extensive, en forêt.

La culture intensive, — c'est la populiculture proprement dite, — est traitée par M. Herbignat (Belgique) et par M. Piccarolo (Italie), directeur de l'Institut de populiculture de Casale Montferrato, auquel on est redevable de remarquables résultats. La technique des pépinières, les principes de l'établissement et de l'entretien des plantations sont exposés en détail; des indications sont données sur le rendement des peupleraies et le bilan des recettes et dépenses en divers cas.

La culture extensive, en forêt, est traitée par M. Bauer (Allemagne), notre confrère à titre étranger, qui, en cette matière, est un spécialiste et par M. Gaillard (Suisse). Indépendamment des cas particuliers où il s'agit de peuplement naturels, dans les forêts humides en sol d'alluvions, telles celles de la plaine du Rhin, des peupliers judicieusement choisis et répartis dans le peuplement traité en taillis améliorent considérablement la production.

L'étude des animaux et surtout des insectes nuisibles aux peupliers est l'œuvre de notre confrère M. Régnier, tandis que la question des maladies des peupliers est traitée par M. Peace (Grande-Bretagne).

(*) Édité par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (F. A. O.).

Un important chapitre sur la génétique et l'amélioration des peupliers a été écrit par un spécialiste de la génétique des arbres, M. Helge Johnson (Suède). La question est d'importance puisque la plupart des peupliers cultivés sont des hybrides spontanés et que de nouveaux types intéressants ont été obtenus et peuvent être produits par fécondation contrôlée.

Enfin, un important et original chapitre, très documenté, est consacré à l'étude du bois de peuplier et à son utilisation : c'est l'œuvre de M. Giordano (Italie). Ainsi apparaît le souci de la Commission internationale d'orienter la populiculture vers la production de bois de qualité aussi satisfaisante que possible pour les divers usages auxquels il est destiné.

A M. Fontaine (F. A. O.), secrétaire de la Commission internationale, est échu le rôle de coordonner les efforts des rédacteurs et d'assurer la publication.

Cette véritable encyclopédie du peuplier est un bon exemple de ce que peut donner une collaboration entre spécialistes de diverses nationalités, animés du même désir d'être utiles et mettant en commun les résultats de leurs observations et de leurs recherches. En publiant un tel ouvrage, la F. A. O. a rendu grand service à la cause du peuplier dans le monde.

***

Moins étendu (255 pages avec illustrations) l'ouvrage de M. Jean Pourtet, *La culture du peuplier*, est plus spécialement écrit pour les planteurs de peupliers français. L'auteur, ingénieur principal des Eaux et Forêts, du fait de ses fonctions à la Station de Recherches forestières et dans les Commissions internationale et nationale du Peuplier, a toute compétence pour traiter le sujet qu'il a choisi.

Après quelques généralités sur les peupliers, la majeure partie de l'ouvrage est consacrée à la populiculture. C'est d'abord la propagation des peupliers, choix des boutures, installation des pépinières, éducation des plants. Puis est abordée la question de la culture. L'attention est spécialement appelée sur la question de l'espacement, qui doit toujours être assez grand, et sur l'importance de la nature du sol pour la réussite de la plantation. Des méthodes différentes s'imposent suivant qu'il s'agit de « sols humides » où la nappe souterraine reste à faible profondeur ou de « sols demi-terrestres » où, surtout en été, la nappe d'eau est profonde. Des indications sont aussi données sur les plantations d'alignement et l'enrichissement des forêts pour les peupliers.

Les peupliers étant plantés, des soins doivent leur être donnés. Le travail du sol a, surtout durant les premières années, un intérêt marqué; un élagage progressif est essentiel pour la production de bois de qualité. Il faut aussi protéger les peupliers contre leurs ennemis végétaux et animaux, dont les principaux sont énumérés. Un chapitre particulièrement précis et documenté est réservé à l'étude des types de peupliers cultivés en France : leurs caractères botaniques et culturaux sont décrits. L'ouvrage se termine par une étude sur la production des peupleraies et l'utilisation du bois de peuplier.

L'ouvrage de M. Pourtet, très clairement écrit, est d'inspiration scientifique, mais aussi de conception strictement pratique. Il rassemble toutes les données utiles, et en plus d'un cas originales sur la théorie et la technique de la populiculture. C'est un excellent manuel à l'usage des planteurs de peupliers.

Présentation d'ouvrage :

GUIDE PRATIQUE DE LA FERTILISATION

par **M. André Gros**

M. Jean Lefèvre. — Des efforts sérieux, encore qu'insuffisants, ont été développés au cours des dernières années dans le but de faire pénétrer dans les milieux agricoles de meilleures méthodes d'exploitation. En particulier des tracts nombreux, des brochures variées, ont été distribués à nos cultivateurs. Livres et périodiques se succèdent.

Aujourd'hui, j'ai le plaisir de signaler à l'Académie un guide pratique de la fertilisation que vient de faire paraître M. André Gros, ingénieur agronome, directeur régional des Services agricoles, détaché depuis plusieurs années auprès du Syndicat professionnel de l'Industrie des Engrais azotés.

L'auteur, dont la compétence est connue, vise à donner à son ouvrage avant tout une utilité pratique. L'inventaire de nos ressources en engrais chimiques, simples ou composés, les caractéristiques essentielles de chacun des nombreux produits mis aujourd'hui à la disposition de la culture, les conditions de leur emploi, les principes de base de la fertilisation, les calculs de fumures, la fumure des principales cultures, l'achat, l'emballage, le stockage, la réglementation du commerce des engrais chimiques, la rentabilité de la fumure, sont donc exposés successivement et avec une grande maîtrise.

Mais toutes ces questions constituent la seconde partie de l'ouvrage; la première, non moins importante, est une mise au point de nos connaissances sur le sol, qui est non seulement un support et un garde-manger de la plante, mais aussi un milieu vivant; conserver sa valeur, voire l'améliorer, est une chose essentielle et M. Gros souligne d'une part, l'importance de la matière humique, d'autre part, le danger de certaines carences minérales. Il consacre ensuite une centaine de pages à l'action des éléments plastiques NPK, à leurs transformations, à leur absorption et en déduit les grands principes de leurs conditions d'emploi; la question si importante des engrais composés et celle des amendements calcaires y est traitée avec soin.

Toute cette partie de l'ouvrage s'appuie, je le souligne, sur les derniers travaux de France et de l'étranger, en particulier sur ceux des laboratoires, stations de recherches et d'expérimentation du Ministère de l'Agriculture. Et j'ai plaisir à rappeler, dans ce domaine des références, ce que notre agriculture doit aux travaux de notre regretté confrère Demolon, dont les « Principes d'agronomie » sont un des ouvrages fondamentaux de la science de la fertilisation.

Après un chapitre consacré à ce que l'auteur appelle les tromperies « modernes » dans le commerce des engrais, M. Gros insiste sur la rentabilité de la fumure, qui dépend dit-il, non seulement des doses d'engrais utilisées, mais de la nature des terrains, du temps de l'année et aussi, cela va de soi, du prix des produits agricoles. Devant des actions aussi complexes, en face des influences climatiques régionales et des modes de culture, l'on est conduit à une expérimentation pratique que l'on peut parfois faire à la ferme, mais que devront conduire le plus souvent des organismes spécialisés (Stations agronomiques, Services agricoles départementaux, C. E. T. A.). Ici encore, M. Gros, donne de judicieux conseils.

Et il termine son livre par un chapitre fort instructif sur la production

et la consommation des engrais en France métropolitaine. Depuis cinquante ans, les tonnages globaux ont augmenté régulièrement avec des temps d'arrêt dus aux deux guerres et à la dépression économique de 1930-35 : au cours de la campagne 1955-56, on a utilisé en France 7 fois plus d'engrais qu'en 1900. Mais c'est surtout depuis 1948 que le rythme de l'augmentation s'est accéléré : en 1948, on était seulement revenu au chiffre d'avant-guerre, mais depuis, en 7 campagnes, l'augmentation générale a été de 70 p. 100.

Il est intéressant d'observer l'évolution des 3 éléments fertilisants principaux. En 1900, les engrais phosphatés tiennent la tête et de loin. L'industrie de l'azote en France est à peu près inexistante. L'Alsace est rattachée à l'Allemagne; d'ailleurs on n'a pas encore découvert les gisements potassiques de la région de Mulhouse. Mais après la guerre de 1914-18, la France se donne une puissante industrie de l'azote basée sur la synthèse de l'ammoniac et le bassin potassique alsacien est mis à jour. Si bien que de 1920 à 1948, si la consommation d'acide phosphorique n'augmente que d'environ 15 p. 100; celle de l'azote progresse de 230 p. 100 et celle de la potasse de 480 p. 100. Depuis 1948, les progrès des 3 éléments se poursuivent à peu près parallèlement; « il semble s'être établi, dit M. Gros, une sorte d'équilibre, sans doute provisoire, dans la proportion approximative de 1, 1,8, 1,4 ». En tenant compte des surfaces en herbe, l'auteur arrive à une consommation moyenne en 1954-55 de 12,5 kg., 22,5 kg., 17,5 kg. par hectare soit au total à 52,3 unités fertilisantes à l'hectare. Ces chiffres sont modestes, sans doute, mais M. Gros souligne le danger de certaines comparaisons entre pays ou régions soumis à des conditions de sol, de climat et de population qui n'ont rien de comparable.

Il montre dans le détail l'inégalité régionale de la consommation en France : la concentration de cette consommation est à son maximum dans la région de grande culture intensive betteravière au nord de Paris; en 1954-55 les 37 départements situés au nord de la ligne Bordeaux-Metz ont utilisé 76 p. 100 des engrais consommés !

Il souligne aussi la faiblesse des quantités d'amendements calcaires employés en comparaison des besoins à satisfaire.

Ce livre sérieux, objectif, appuyé sur nos connaissances scientifiques et techniques mises à jour, se termine par un court chapitre de conseils pratiques pour tirer le meilleur parti de l'emploi des engrais minéraux : ici la rédaction apparaît comme un modèle du genre; chaque idée essentielle y est présentée en une forme brève, frappant l'esprit du lecteur, l'entraînant avec autorité vers des formules de progrès raisonné.

On ne saurait trop recommander la lecture attentive de l'ouvrage de M. Gros à nos agriculteurs instruits, et aussi aux propagandistes de tous ordres, qu'ils s'adressent à des exploitants ou à une jeunesse agricole avide désormais de savoir et de comprendre.

En raison de sa qualité, je propose qu'il soit renvoyé à la Section compétente en vue de l'attribution possible d'une récompense de l'Académie.

M. Lavollay. — Je tiens à m'associer à tout ce que vient de dire M. Lefèvre. J'ai eu l'occasion de lire cet ouvrage et je l'ai trouvé vraiment très bien.

M. le Président. — Je crois en effet que cet ouvrage arrive à son heure parce que si, maintenant, tous les cultivateurs sont familiarisés avec la notion d'engrais, beaucoup cependant ignorent l'importance de l'équilibre à maintenir entre ces différents engrais, notamment entre les engrais organiques, engrais vivants, et les engrais minéraux complémentaires.

J'adresse donc à M. Gros toutes mes félicitations et à M. Lefèvre nos remerciements pour sa présentation.

LE CENTRE DE RECHERCHES SAHARIENNES DE BENI-ABBÈS ET LES RECHERCHES BIOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES AU SAHARA

M. Pierre Chouard. — Si l'opinion publique prend actuellement conscience de l'intérêt capital qu'offre le Sahara par ses gisements de pétrole et ses richesses minières, il ne faut pas oublier que, pour être d'une actualité moins prochaine, les problèmes biologiques et agronomiques qui peuvent être évoqués au Sahara passeront un jour ou l'autre au premier plan de nos exigences économiques. Comme leur solution sera longue, il n'est pas trop tôt pour aborder ou développer de telles recherches, sans souci de rentabilité immédiate. Un laboratoire appartenant au Centre national de la Recherche scientifique, trop peu connu des savants de la Métropole, offre sur ce point de précieuses ressources :

I. — La région de Beni-Abbès, échantillon représentatif du Sahara

La situation remarquable de Beni-Abbès avait été soulignée dès le début du siècle quand le Père de Foucauld y installa son premier ermitage. Beni-Abbès est situé en effet sur la principale traversée Nord-Sud du Sahara : au Sud d'Oran et d'Oujda, les chaînes de l'Atlas tellien et de l'Atlas saharien ainsi que les hauts plateaux s'abaissent, entre Maroc et Algérie, et laissent un passage relativement facile pour le chemin de fer Méditerranée-Niger (construit jusqu'à Abadla). A Colomb-Béchar, à 500 kilomètres en ligne droite au Sud-Sud-Ouest d'Oran, les derniers plissements de l'Atlas saharo-algérien, le Djbel Béchar, disparaissent vers l'Ouest sous les sables désertiques de la plaine de Tamelt. Deux cours d'eau permanents drainent les pluies relativement abondantes et annuellement régulières qui tombent sur le revers sud de l'Atlas saharien : l'Oued Zousfana rassemble les eaux depuis le Nord-Est de Figuig et de Beni-Ounif, et l'Oued Guir rassemble celles de l'extrémité orientale de l'Atlas marocain depuis au delà de Bou-Denib. Ces eaux se réunissent à Igli, à 150 kilomètres au Sud de Colomb-Béchar et forment désormais l'Oued Saoura, qui se dirige vers le Sud-Est dans une large vallée. Celle-ci est bordée sur sa rive droite par l'immense plateau formé par la carapace de meulière silicifiée d'âge tertiaire, qui constitue la hamada du Guir, à l'altitude moyenne de 500 à 600 mètres, sur près de 300 kilomètres de long et 100 kilomètres de large. Sur sa rive gauche, la Saoura est limitée par l'une des plus grandes formations de dunes sableuses du Sahara, le grand Erg occidental, qui s'étend vers l'Est-Nord-Est sur plus de 500 kilomètres de long et 200 à 400 kilomètres de large. Après environ 150 kilomètres, la vallée de la Saoura rencontre sur sa droite les Monts d'Ougarta qui viennent au contact du Grand Erg. Ces monts, formés de plis orientés Ouest-Nord-Ouest à Est-Sud-Est, sont formés de grès et de schistes cambriens et siluriens, et avoisinent 800 mètres d'altitude. La Saoura s'engage alors, au delà de Kerzatz, dans un défilé dit Foum el Kheneg. En amont, elle est fréquemment ensablée et souvent apparente sous forme de flaques ou de gueltas plus ou moins salées; chaque année, elle est gonflée par une crue plus ou moins importante selon les pluies reçues dans l'Atlas. En aval, elle disparaît dans les sables mais continue à alimenter un chapelet de palmeraies qui se prolongent vers le Sud-Sud-Est dans l'immense plaine aride et sableuse jusqu'à Adrar la Rouge, à environ 500 kilomètres en ligne droite de Colomb-Béchar. Au delà, au Sud, c'est la traversée du Tanezrouft et la piste qui, par Bidon V aboutit à un peu plus de 1.000 kilomètres d'Adrar, au Niger, puis à Gao et à Niamey.

Depuis les hauts plateaux algériens jusque vers Colomb-Béchar, le climat, subdésertique, n'est pas encore réellement saharien, car les pluies ne manquent pas chaque année sur ces hauts reliefs. Plus au Sud, les chiffres de pluviosité annuelle moyenne perdent toute signification car, certaines années, les pluies peuvent manquer complètement et c'est le caractère essentiel du climat désertique.

Dire que la pluviosité moyenne de Beni-Abbès est d'environ 35 millimètres d'eau par an devrait s'exprimer plus exactement en disant qu'il y tombe en moyenne 350 millimètres en dix ans. De façon irrégulière, à des intervalles de deux à cinq ans environ, il peut tomber 50 à 90 millimètres de pluie en quelques semaines d'hiver, qui seront suivies d'une extraordinaire croissance d'herbes annuelles richement fleuries, l' « acheb », puis les années intercalaires s'écouleront sans autres pluies que quelques millimètres d'eau à l'occasion d'un orage ou d'un vent de sable, évaporée dès le lendemain. Plus au Sud, au Tanezrouft, par exemple, la pluviosité est encore plus faible, et si l'on dit qu'elle est de 5 à 10 millimètres par an, il vaudrait mieux s'exprimer en disant qu'elle est de 500 à 1.000 millimètres par siècle, ce qui signifie que des pluies capables de provoquer le développement de l'acheb s'y produisent encore, mais trop rarement pour pouvoir y assister à coup sûr dans un délai de moins de vingt ans.

Beni-Abbès offre donc les grands avantages suivants : c'est déjà vraiment le Sahara, avec un accès relativement facile puisqu'on se trouve à 230 kilomètres par route de Colomb-Béchar, par la « piste impériale » Méditerranée-Niger. Les avions du type D. C. 3. desservent Colomb-Béchar en deux heures depuis Oran, trois heures depuis Alger, et quarante minutes de plus suffisent à atteindre Beni-Abbès qui dispose d'une piste suffisante, sur le trajet de Colomb-Béchar à Adrar.

A Beni-Abbès, on trouve l'échantillonnage le plus complet des milieux sahariens : d'abord le Grand Erg dans toute sa splendeur, et la Hamada dans toute son immensité. On y trouve une vallée large de 1 à 3 kilomètres, avec ses eaux permanentes ou temporaires, ses sols présentant divers degrés de salure, des sebkras où se concentre le sel après évaporation, et un chapelet de palmeraies. Celles-ci sont irriguées en profondeur par la nappe souterraine de la Saoura, particulièrement sur la rive gauche, et par les eaux douces filtrées par les sables du Grand Erg et recueillies au rebord du plateau de Hamada qui supporte l'Erg et au bord duquel se présente ainsi, tout du long de la Saoura, une série d'excellentes sources. Le Djbel, la montagne, est à moins de 80 kilomètres vers l'Ouest, avec sa diversité de reliefs et de flore. Il ne manque à Beni-Abbès que les reliefs de haute montagne du type Hoggar, où les immenses réseaux de fogaras (drainage souterrain) du Sahara central tel qu'on les rencontre à Adrar et qui n'existent ici que sous des formes plus réduites.

Aucun endroit du Sahara ne pouvait être à la fois plus varié, plus représentatif, et plus accessible depuis la France.

II. — La Station de Recherches sahariennes de Beni-Abbès; ressources et équipements

Le Centre de Recherches sahariennes de Beni-Abbès a été créé par le géologue M. Menchikoff, auquel on doit tant pour la connaissance du Sahara. Son installation privée, louée par le C. N. R. S., est devenue, en 1943, l'amorce de l'ensemble de la Station. Elle est située au flanc du rebord de la vallée (dénivellation de 40 m. environ), au-dessous du Bordj qui couronne le plateau, et au-dessus de l'hôpital qui avoisine le village indigène. L'installation originelle, Dar Dief, sert de maison d'accueil, de popote, et de maison pour les géologues. Le laboratoire de physique du globe dit « Palais de la Découverte », est situé en haut du plateau et comprend l'atelier de mécanique, un musée saharien, les laboratoires de physique, et plus loin une « cave magnétique ». L'ancien laboratoire

dit « Maison d'Aïcha » est situé à l'opposé, près du village indigène, et sert maintenant de logement du personnel et de « vivarium ». Les nouveaux laboratoires de zoologie et de botanique sont installés entre la Maison d'Aïcha et le Bordj, et comprennent au rez-de-chaussée des laboratoires équipés de façon moderne, avec l'eau, le gaz butane, l'électricité le soir et une partie de la journée, des paillasses, des microscopes, des appareils de physiologie écologique, une bibliothèque, et un herbier complet de la région, ainsi qu'un atelier de taxidermie; et à l'étage, des logements pour les travailleurs. Un vaste jardin en pente exposé au Sud s'étend, au-dessous des murailles du Bordj, de la Maison d'Aïcha à Dar Dief, et comprend de nombreux arbres acclimatés depuis 1940 par Mme Menchikoff, un bon équipement horticole, des planches de collections pour un jardin botanique réunissant la majorité des plantes de la région, un « jardin zoologique » en création, et d'autre part une annexe horticole est louée dans la palmeraie. Les jardiniers et aides de laboratoire ou d'atelier sont recrutés dans la population locale.

Le séjour au laboratoire est confortable : chambres agréables, eau chaude par cumulus solaire, électricité au début de la nuit, popote plus que satisfaisante, eau douce à discrétion. Les rapports sociaux sont animés par la présence du personnel permanent du laboratoire qui comprend actuellement, en sus du directeur, un géophysicien, un botaniste, un zoologiste, un chef d'administration, et un chef d'atelier. Beni-Abbès compte aussi des officiers et sous-officiers du Bordj et l'administrateur civil ainsi que leurs familles, le médecin militaire, 5 instituteurs et leurs familles, un bureau de poste et un hôtel, le desservant de l'Ermitage et un noviciat des « Petites Sœurs du Père de Foucauld » qui assument les fonctions d'infirmières. La population indigène comprend environ 1.500 personnes vivant originellement du travail horticole dans la palmeraie, et s'occupant de plus en plus aux travaux de construction pour les agrandissements du laboratoire, des écoles, de l'hôpital, ainsi que du commerce local. Des nomades parcourent l'Erg et séjournent occasionnellement à Beni-Abbès. Depuis la pacification déjà ancienne, et l'éloignement des Beraber pillards qui hantaient les Monts d'Ougarta, le pays offre jusqu'ici la plus grande tranquillité.

III. — Description sommaire des milieux naturels

Laissons d'abord de côté tout ce qui appartient à la région méditerranéenne, qui se prolonge jusqu'aux environs de Colomb-Béchar par les derniers fragments de végétation avec Alfa, steppes à *Artemisa herba-alba*, derniers Oliviers et Caroubiers.

Nous nous trouvons, à Beni-Abbès, aux confins de la portion occidentale et de la portion centrale du grand désert, le Sahara, qui n'est lui-même que la partie Ouest-africaine du plus grand ensemble désertique du monde, le domaine saharo-sindien, qui, de l'Atlantique à l'Indus, s'étend sur près de 10.000 kilomètres de long et 1.000 à 1.500 kilomètres de large. Cet ensemble désertique compte au total environ 1.500 espèces de plantes, et la région de Beni-Abbès, comprenant la Hamada du Guir, les Monts d'Ougarta, la vallée de la Saoura, et le Grand Erg occidental, compte environ 220 à 300 espèces selon qu'on introduit dans cette liste ou non les plantes anthropophiles de la palmeraie.

A la pluviosité moyenne indiquée plus haut, de l'ordre de 350 millimètres de pluie par dix ans, s'ajoutent d'autres caractéristiques importantes pour le climat désertique : le nombre très élevé de jours ensoleillés, de l'ordre de 350 par an, la grande luminosité confèrent aux sols superficiels des températures élevées et provoquent une forte stimulation de la transpiration; la sécheresse de l'air qui peut, en été, atteindre des valeurs extrêmes (jusqu'à 10 à 5 % d'humidité relative seulement) et qui n'est

ici compensée que bien rarement par quelque rosée matinale; l'alternance quotidienne de température qui avoisine 15° à Beni-Abbès, parfois davantage, alors qu'au début des matinées on observe souvent 0° en hiver et 30° en été; la force du vent et la proportion de sable et de poussière dans l'air qui se combinent parfois en vent de sable extrêmement violent et qui exercent de fortes actions abrasives, accroissent l'évaporation, et apportent momentanément de fortes perturbations et des élévations considérables de la valeur du champ électrique de l'atmosphère.

L'Erg, est le milieu naturel le plus spectaculaire aux abords immédiats de Beni-Abbès : ce sont de grandes dunes de sable roux presque purement quartzeux, hautes de 30 à 60 mètres, parfois davantage, plus ou moins fixées statistiquement malgré la mobilité apparente de leur crête. Des alignements de dunes principales déterminent des sortes de succession de vallons orientés approximativement de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est. Quand on s'écarte des abords de la vallée, presque dépourvue de végétation parce que trop pâturée, on rencontre, dans l'intérieur de l'Erg, une végétation relativement notable, rassemblée principalement dans les creux entre les dunes. En profondeur, à 60 ou 80 centimètres environ, le sable est en effet constamment frais, contenant de l'eau de capillarité, et pouvant approvisionner une végétation clairsemée de plantes vivaces, herbacées ou ligneuses. Les espèces en sont peu nombreuses mais caractéristiques : ce sont, la plus typique, le *Calligonum Azel*, une polygonacée ligneuse à rameaux dressés ressemblant à ceux de la vigne, et portant de minces rameaux herbacés finement cylindriques. Les autres arbrisseaux sont le *Genista Saharæ*, l'*Ephedra alata Alenda;* la graminée caractéristique est l'*Aristida pungens*, le *Drinn*, souvent accompagné du *Danthonia fragilis*. On rencontre aussi communément une boraginacée, le *Moltkia ciliata*, une paronychiacée, le *Polycarpea repens*, et un souchet, le *Cyperus conglomeratus*, et le *Scrophularia Saharæ*. Il n'y a pratiquement pas d'autres plantes après les saisons pluvieuses. Cette végétation, si clairsemée, constitue pourtant le meilleur pâturage d'été pour les chameaux.

La Hamada, sur la rive droite de la Saoura, est un plateau d'apparence infinie, formé d'une meulière siliceuse recouverte d'une infinité de pierrailles rousses ou noires. On y roule aisément en voiture munie de solides pneus. Aux premiers abords, on croirait la végétation totalement absente, mais de place en place, on trouve des végétaux ligneux, épineux, ou succulents. Les *Salsolacées* prédominent avec les buissons succulents d'*Haloxylon scoparium* ou de *Salsola tetragona*, ou les énormes coussinets piquants et bleuâtres d'*Anabasis aretioides*. Ces plantes réussissent à trouver leurs ressources en eau dans les fissures profondes des roches. Les plantes annuelles font totalement défaut dans les intervalles des années pluvieuses; mais après qu'il a plu suffisamment, l'acheb pousse ici, à partir des multitudes de graines qui ont attendu le moment favorable, à l'abri dans les graviers ou les cailloutis superficiels : ce sont notamment de petites composées comme *Ormenis lonadioides* ou *Matricaria pubescens*, des crucifères comme *Diplotaxis pitardiana*. Les débris secs de ces plantes subsistent pendant plusieurs années dans les intervalles des pluies.

Les tracés d'anciens ruissellements se reconnaissent, vus d'avion, par la disposition des cailloutis. Ils relient entre eux des dépressions à peine sensibles, de quelques décimètres seulement, les « dayas », dans lesquelles s'est accumulée une couche de sable surmontant la Hamada. C'est là que se trouve une beaucoup plus grande densité de végétation où prédomine une remarquable crucifère épineuse, le *Zilla macroptera*, une composée en buisson épineux, pourtant voisine des laitues, le *Launæa arborescens*, des composées buissonnantes comme *Anvillea radiata* et *Bubonium graveolens* et un grand nombre d'autres espèces. Après les pluies, l'acheb est encore plus abondante et variée dans ces « dayas ».

Le Djbel reçoit un peu plus d'eau à chaque fois qu'il pleut; aussi les dépressions sableuses qu'il renferme ou qui l'avoisinent gardent-elles des réserves d'eau un peu moins maigres et peuvent-elles porter une sorte de steppe arborée, dominée çà et là par le *Talah*, l'*Acacia raddiana*, accompagné de touffes clairsemées de la graminée *Panicum turgidum* et d'une multitude de buissons succulents ou épineux. Les ravins de la montagne, entièrement secs sauf au moment des pluies, sont habités, dans les fentes des rochers, par les buissons verdoyants d'une solanée, le *Withania adpressa*, ou par une belle plombaginacée ligneuse, le *Limoniastrum Feei*. Beaucoup d'autres espèces plus ou moins spéciales se rencontrent, mais très dispersées, parmi les rochers toujours noircis par la « patine du désert ». Entre les cailloux de la montagne l'acheb pousse, extrêmement variée et vivement colorée, après les années pluvieuses, particulièrement riche en la plombaginacée *Limonium Bonduellii* à fleurs jaunes, et la crucifère à fruits singulièrement indéhiscents et à fleurs violettes, *Eremophyton Chevalieri*.

Divers niveaux d'érosion dans la Hamada, ou divers recouvrements argilo-sableux, donnent naissance, çà et là, à des formations intermédiaires, dans lesquelles on rencontre localement d'autres formes de ces pseudo-steppes de sous-arbrisseaux épineux ou succulents, tels que la résédacée *Randonia africana*, ou les salsolacées *Cornulaca monacantha*, *Salsola spinescens*, etc., ou la zygophyllacée *Zygophyllum album*, par lesquelles on passe à des terrains parfois plus ou moins salés.

La vallée principale et quelques rares vallons secondaires comportent un niveau d'eau permanent, qui peut être atteint par des puits et que les racines des arbres peuvent aussi normalement atteindre. C'est ainsi que les sables de la Saoura montrent des formations, toujours clairsemées, de grands *Tamarix articulata* ou, quand le sol est plus salé, de *Tamarix speciosa* plus nains; des *Atriplex*, *Suæda*, *Frankenia*, *Cressa*, etc., se rencontrent çà et là sur ces sables.

Les flaques d'eau permanentes, douces ou saumâtres, sont habitées par quelques *Potamogeton*, *Zannichellia*, *Chara*, etc., et leur pourtour par le *Cyperus lævigatus*, et le *Juncus maritimus*. L'évaporation d'eaux plus ou moins saumâtres ou chargées de divers sels, carbonatés ou magnésiens, donne naissance à des sebkras, où l'on observe tous les passages entre une végétation de sous-arbrisseaux succulents, *Traganum nudatum*, *Salsola* divers, *Anabasis articulata*, etc., et l'absence totale de végétation.

La végétation cultivée se rencontre exceptionnellement sous forme de cultures temporaires sur les alluvions sableuses de la vallée principale, lorsqu'elles ne sont pas trop salées, qu'elles ont été arrosées par la crue annuelle, et que le niveau d'eau ne s'y abaisse pas trop vite ensuite. Dans ces conditions, il est parfois possible de réussir rapidement une culture temporaire de céréales, orge ou froment.

Mais la quasi-totalité de la végétation cultivée se rencontre groupée dans les palmeraies :

Le palmier-dattier est implanté en peuplements confus, constamment modifiés par la croissance de rejets de base ou par leur transplantation en désordre. Un réseau irrégulier de séguias permet de répartir l'eau douce qui, à Beni-Abbès, est particulièrement abondante et provient des sources captées au flanc du coteau et réunies en amont d'une belle piscine et d'un lavoir. Un réseau non moins irrégulier de murettes argileuses en toub, renforcées d'une crête de folioles sèches de palmiers (djérid) délimite des parcelles de l'ordre de 3 à 8 ou 10 ares au plus. Entre les palmiers épars et à leur ombre plus ou moins épaisse ou clairsemée, des « planches » sont cultivées en creux et reçoivent 5 à 10 centimètres de hauteur d'eau à chaque « tour d'eau » qui revient, selon la saison, tous les cinq à dix jours à peu près. Des puits (rotara) atteignant la nappe de la Saoura, là où elle est peu salée, complètent le système d'arrosage.

Dans ces jardins, qui sont aussi des champs, la culture est continuelle si l'exploitant est actif : *céréales :* orge et froment, blé dur surtout, en hiver,

plus rarement maïs en été, par parcelles dépassant rarement 2 ou 3 ares et d'un rendement qui ne semble guère dépasser la dizaine de quintaux par hectare; *fourrages :* luzerne surtout, qui est fort belle, vesces, parfois fenugrec; surtout des *légumes :* en saison froide, fèves, pois, oignons prédominants, pommes de terre, radis, choux, carottes, navets, romaine, etc.; en saison plus chaude, tomates, piments, parfois arachides de bouche, et surtout courgettes et pastèques; *arbres fruitiers :* quelques pommiers, pêchers, treilles de vigne, agrumes, et surtout des figuiers, les abricotiers à petits fruits pâles (Mech-Mech) et les grenadiers d'assez médiocre qualité. Mais la production capitale est celle du palmier par ses dattes, son stipe servant de poutres, ses feuilles servant de clôture ou de toiture. La pollinisation à la main est régulièrement pratiquée en avril à partir de palmiers mâles conservés surtout aux endroits les moins fertiles de la palmeraie.

Le microclimat de la palmeraie est très différent de celui du reste du désert : lumière tamisée, humidité atmosphérique plus élevée, contrastes thermiques atténués, vents réduits. La fertilisation du sol est assurée seulement par des apports de détritus du village et surtout par le travail naturel des bactéries. Le sol est formé de sables plus ou moins argileux, tels qu'ils se rencontrent naturellement dans les alluvions de la vallée, enrichis d'une minime quantité d'humus. Ce sol se craquèle fortement en séchant après irrigation.

D'autres jardins ont été créés, surtout par les Européens, un peu plus haut que la palmeraie : jardins du laboratoire, jardins du Bordj, etc. Ils sont arrosés par des fogaras de quelques dizaines de mètres creusés dans la meulière en rebord de l'Erg, alimentant des bassins d'arrosage cimentés. Le sol y est formé de sable presque pur, celui de l'Erg, mélangé des cailloutis de pente de la bordure de la Hamada. Néanmoins, et même avec une fertilisation très faible, la culture des légumes y prospère grâce à de copieux arrosages et à l'ombrage partiel de groupes d'arbustes.

En raison de la croissance de la population, de nouvelles palmeraies sont fréquemment créées, surtout en amont : on procède par creusement de vastes trous, des « berdas », de 5 à 10 mètres de côté et 2 à 4 mètres de profondeur, d'abord dans le sable meuble, puis dans les sables argileux des terrasses de la vallée; ce travail est souvent confié à façon. Parvenu à quelques décimètres au-dessus de la nappe, on plante des rejets de palmiers. Dans l'intervalle, le sol est occupé par une culture d'oignons ou de pastèques, par exemple. Un trou plus profond, dans un coin de la berda, atteint la nappe et sert de puits en permettant d'arroser ce jardin enfoncé. Souvent, ces berdas se remplissent assez vite de sable poussé par le vent, mais sans grand dommage pour la future palmeraie si l'ensablage n'est pas plus rapide que la croissance des palmiers.

IV. — Quelques problèmes de biologie végétale et d'agronomie sahariennes

Si de nombreuses études ont déjà été faites sur les zones arides du monde, aux confins du Sahara notamment, le Sahara proprement dit demeure relativement peu exploré sous le rapport des études fondamentales d'écologie et les études appliquées d'agronomie, et il n'est pas certain que les données des travaux accomplis dans les régions limitrophes soient toujours exactement transposables.

Caractères du milieu. — On peut d'abord souligner la rareté des *études pédologiques* au Sahara : les dayas, la hamada, et ses regs caillouteux les pentes argileuses stériles, les sebkras, les alluvions à Tamarix dans les vallées, les creux pourvus de végétation dans l'Erg, seraient plus intelligibles si nous en connaissions de façon précise les caractères pédologiques.

Les migrations de l'eau dans ces divers sols, les rapports de l'humidité de faible profondeur avec les nappes profondes et avec les alternances quotidiennes dans l'intensité de l'évaporation superficielle et de la température, ainsi qu'avec les rares précipitations, sont l'élément déterminant d'une appréciation du *bilan d'eau* qui est ici le facteur limitant de la végétation. Rarement l'eau est tout à fait douce, sauf dans l'Erg, et l'*intervention de divers sels* est un autre élément capital d'appréciation des facteurs de la végétation.

Il conviendrait d'étudier aussi les *alternances de température des sols* aux micro-expositions, et les modes de résistance des végétaux aux températures élevées que l'on peut fréquemment rencontrer à certaines heures de la journée et qui dépassent parfois 60°.

Le rôle des poussières sur la vie végétale est à étudier complètement : effets mécaniques d'érosion ou d'obturation par les poussières les plus fines, effets électriques, etc. Le Sahara est le plus poussiéreux des déserts, et il doit peut-être à cette propriété son aspect plus particulièrement désertique et la densité si faible de sa végétation. L'action destructrice de l'homme et de ses animaux a d'ailleurs contribué pour une très large part à la sévérité de la désertification.

Explications du comportement des populations végétales naturelles. — Il conviendra d'étudier avec soin l'écologie physiologique de chaque espèce locale : conditions de maturation des graines, dormances des semences assurant leur éveil au moment des seules pluies efficaces, influences réciproques de stimulation ou d'inhibition entre végétaux, les uns ordinairement groupés, les autres ordinairement isolés; réactions spécifiques vis-à-vis du thermopériodisme, de la vernalisation, du photopériodisme, de la sécheresse, etc. En bref, toutes les plantes du désert devraient être étudiées au « Phytotron », et l'expérience américaine du Pr Went à Pasadéna, montre la richesse de découvertes que les plantes du désert de Californie lui ont apportée.

Parallèlement, il convient d'expérimenter dans les conditions naturelles, par des interventions sur l'écologie en place : expériences d'arrosage remplaçant les pluies, modifications intentionnelles des caractères physiques ou chimiques des sols, ou des microclimats, semis intentionnels, opérations de taille, observations sur le repeuplement naturel d'aires artificiellement dénudées, etc.

Problèmes d'agronomie. — En ce qui concerne la végétation cultivée, certains problèmes sont classiques; leur étude est fréquemment entreprise en régions arides ou semi-arides par des Stations de Recherches agronomiques; il conviendrait seulement de les étendre davantage aux oasis du Sahara : améliorations des procédés rudimentaires d'irrigation et de fertilisation, ainsi que des façons culturales; améliorations dans la construction des fogaras et des puits; lutte contre les maladies, les parasites; améliorations des variétés à trop faible rendement, notamment chez les céréales; dessalage des sols salés; introduction de nouvelles sortes de légumes ou de fruits, etc.

A Beni-Abbès même on peut souligner l'intérêt des acclimatations déjà tentées depuis quelques années au Jardin du laboratoire : oliviers, caroubiers, agrumes sans abri, sont très prospères. On note aussi l'excellent développement des *Parkinsonia*, du sisal, des filaos, et des eucalyptus. Pour tous ces essais, l'approvisionnement en eau est toujours cependant le facteur limitant.

J'ai apporté pour ma part, pendant le court séjour accompli récemment à Beni-Abbès, diverses variétés de ricin qui seraient plus utiles que les ricins sauvages, à petites graines et à forte déhiscence, qui prospèrent, à l'état vivace, non loin de la piscine, et j'ai introduit diverses plantes médicinales ou industrielles telles que *Yucca*, *Mirabilis*, etc, qui, si elles prospéraient, pourraient fournir des rapports intéressants.

Mais il me semble que l'*expérimentation scientifique à buts agronomiques lointains* pourrait s'inspirer de conceptions plus imaginatives et plus audacieuses parmi lesquelles voici quelques suggestions :

D'une part, on peut penser à des procédés de mise en valeur de caractère strictement *extensif :*

a) Recherches sur l'*acclimatation de végétaux économisant l'eau* et pouvant être d'autre part de meilleurs fourrages que les représentants de la population naturelle de l'Erg, des dayas, ou des sebkras. Aussi les efforts d'acclimatation, au jardin d'abord puis en place dans les peuplements naturels, devraient-ils être systématiquement tentés avec tous les principaux végétaux des autres déserts du monde, notamment ceux d'Amérique et d'Asie Centrale.

b) Les procédés qui ont si brillamment réussi dans le désert de Libye, par implantation de potées d'*Acaciap cyanophylla*, pourraient être répétés ici pour tenter de reconstituer un couvert continu, non pas sur la totalité de l'Erg qui ne pourrait pas fournir l'eau nécessaire, mais au moins sur des parties convenablement choisies.

D'autres procédés pourraient viser à une mise en valeur *plus intensive :* ils doivent tous porter d'abord sur l'*économie d'eau.* En effet, ou bien on utilisera les eaux locales, et elles sont peu abondantes et peu renouvelables ou bien on utilisera de nouvelles sources d'eau douce, provenant par exemple de la distillation des eaux salées ou de l'eau de mer, et elles seront plus ou moins coûteuses et devront être économisées au maximum. Dans cette intention, il faut d'abord qu'en toutes circonstances les généticiens s'attachent à créer, pour le désert, des variétés nouvelles de toutes lès plantes que l'on peut y cultiver et qui soient *sélectionnées sur le critère d'un rendement maximum de l'eau de transpiration.* Ce critère semble jusqu'ici préoccuper fort peu les sélectionneurs.

D'autre part, divers procédés pourraient être introduits dans *les techniques de culture* afin d'économiser l'eau au maximum : ces procédés ne sont pas spécialement nouveaux ni originaux; mais ils ne semblent pas avoir été essayés systématiquement au Sahara, dans les conditions extrêmes du désert. En voici quelques exemples :

1° *Irrigation souterraine.* — On peut imaginer de tracer dans les terrains sableux horizontaux ou aplanis, des sillons simples au fond desquels sont posés des tuyaux poreux, ou fissurés sur la génératrice inférieure, et par où peut être introduite commodément la quantité d'eau convenable, soit de façon continue soit discontinue. Ces tuyaux peuvent être métalliques ou plus commodément, maintenant, en diverses matières plastiques. Recouverts d'une faible quantité de sable, ces tuyaux, avec un débit convenablement réglé, peuvent provoquer l'humidification suffisante pour le succès des semis; dès que les plantes auront suffisamment grandi, un buttage par du sable sec doit préserver l'humidité profonde contre l'évaporation. Il convient naturellement de limiter le débit de telle sorte qu'il n'y ait pas de perte d'eau par émigration en profondeur. Naturellement, il est possible de fournir dans ces conditions soit de l'eau douce seulement, soit de l'eau plus ou moins enrichie en matières fertilisantes qui ne devront pas former de croûte superficielle si la lutte contre l'évaporation est convenablement menée.

2° *Cultures hydroponiques simplifiées.* — On peut imaginer que l'on creusera, avec les instruments modernes de travail, des fossés parallèles qui seront simplement revêtus d'une feuille de matière plastique extrêmement mince et peu coûteuse, et que l'on remplira soit du sable de l'Erg, soit des graviers de la Hamada, et que l'on irriguera par un goutte à goutte de solution nutritive introduite en profondeur à l'une des extrémités et s'écoulant à l'autre, sans excès, en « solution perdue ». Avec le sable, trop fin, les bacs devront être très courts; ils pourront être de dimensions plus normales avec le gravier. Il n'y a aucune difficulté insurmontable à

obtenir dans ces conditions les hauts rendements que peut procurer classiquement la culture hydroponique; mais les prix d'installation peuvent être relativement dérisoires.

3° *Couverture du sol par des feuilles de matière plastique.* — Des semis ou des plantations sont faits en ligne; les intervalles sont légèrement relevés en ados et recouverts de fines feuilles de matière plastique, grossièrement fixées contre le vent. L'eau du sol, au soleil, se condense immédiatement sous la surface de ces feuilles et retourne au sol, particulièrement dans les lignes de culture qui se maintiennent ainsi constamment tièdes et humides et procurent une importante avance à la végétation. De la sorte, l'économie d'eau est considérable par rapport aux procédés habituels d'arrosage ou d'irrigation.

Pendant mon court séjour à Beni-Abbès, j'ai monté, avec l'aide du botaniste de la Station, M. Georges Heim, ces systèmes de culture dans le jardin du laboratoire, et l'ai l'impression qu'ils mériteront une étude expérimentale qui devrait être poursuivie avec soin et persévérance.

Je voudrais aussi rappeler 2 autres points :

1° Les *armoires à germination* peuvent procurer commodément des « plantules fourragères » qui auront un intérêt exceptionnel dans ces contrées arides pour remplacer une partie des fourrages et procurer en quelque sorte une « acheb » perpétuelle. Avec ce procédé, il est plus commode, pour favoriser l'élevage des animaux exigeant du fourrage frais, d'importer seulement des grains secs plutôt que d'importer ou de cultiver des fourrages frais.

2° On sait l'importance que pourra prendre la *culture des algues* et notamment de certaines chlorelles, lorsque, après des mises au point complémentaires, elles pourront être cultivées systématiquement sous le climat et l'insolation du Sahara. Ce procédé est l'une des solutions les plus élégantes pour la production intensive de matières organiques à partir de l'énergie solaire avec le minimum d'eau.

Accroissement des ressources en eau douce

La mise en valeur agricole d'une plus grande partie du Sahara est commandée surtout par l'accroissement des disponibilités en eau.

Les forages récents révèlent que le sous-sol du Sahara est plus riche en eau qu'on l'imaginait jadis. Mais une fraction de ces nappes a le caractère d'eaux « fossiles » qui ne se renouvellent pas et qui s'épuiseraient si on les exploitait. Une autre fraction est renouvelable, mais elle ne peut pas dépasser le total de la pluviosité reçue, et, sous ce rapport, le Sahara septentrional dispose de ressources souterraines plus grandes provenant des précipitations reçues par l'Atlas saharien.

Mais une grande part de ces eaux est salée. Sous le rapport du dessalage, le progrès des techniques offre de nouveaux espoirs : emploi de résines synthétiques pour désioniser les eaux, amélioration de l'osmose électrique, etc. Cependant, le moins coûteux de ces procédés est, à l'heure actuelle, sans doute le vieux système d'obtention d'eau distillée par condensation sur les vitres d'une sorte de petite serre exposée au soleil. Ce procédé simple et rustique d'évaporation et de condensation pourrait même se transposer pour recueillir l'humidité du sable recueilli en profondeur pour permettre à un voyageur, avec un matériel démontable en matières plastiques, de se tirer d'affaire au milieu du Grand Erg!

Des améliorations sont envisagées pour rendre le procédé continu. Le rendement de tels « distillateurs solaires » est de l'ordre de 5 litres par mètre carré et par jour, et s'applique aussi bien aux eaux saumâtres des déserts salés qu'à l'eau des océans. En combinaison avec des procédés de culture en économie d'eau, il n'est pas absurde de dire qu'avec 1 mètre

carré d'un tel appareillage, on peut alimenter 1 mètre carré de culture dans la seule limite du volume d'eaux saumâtres disponibles, quelle que soit leur salure. Il est un peu romanesque d'envisager ainsi les eaux des océans approvisionnant l'irrigation ménagée d'une partie du Sahara, mais je crois volontiers qu'après les améliorations techniques nécessaires, ce sera un jour l'expression d'une réalité.

En conclusion, je crois qu'au moment où les ressources minières du Sahara, particulièrement en pétrole, renouvellent l'intérêt pour cette partie du monde, au moment aussi où l'on s'aperçoit des dangers qu'un emploi abusif de l'énergie atomique pourrait faire courir au monde vivant, il est opportun de rappeler que le Sahara possède une autre richesse, inépuisable et non toxique, mais dispersée, son énergie solaire qui est de l'ordre de 1 kilowatt par mètre carré pendant toute la durée des jours. On sait les perspectives de captation de cette énergie sous forme de chaleur (pour des usages tels que chauffe-eau, réfrigérateurs, climatisation, moteurs domestiques, fours solaires à haute température) ou sous forme de courant électrique (cellules photo- et thermo-électriques). Son utilisation sous forme de synthèse de matières organiques nécessaires à l'alimentation et à l'industrie, par la culture des plantes vertes, est le complément nécessaire des vues lointaines sur l'utilisation de cette richesse énergétique des déserts à laquelle le monde sera contraint d'avoir recours, tôt ou tard.

Pour ce dernier but, l'*économie d'eau* est le problème essentiel. J'ai indiqué plus haut quelques-uns des aspects qu'il peut présenter. Il me semble que les diverses recherches ainsi envisagées mériteraient que les botanistes, les géologues, les agronomes, les géographes, les physiciens sachent que le laboratoire du C. N. R. S. à Beni-Abbès permet de les entreprendre dans les meilleures conditions, dans l'ambiance *réelle* du désert, et qu'il est opportun d'y songer en toute liberté d'imagination. Quelques modestes applications pratiques peuvent en sortir rapidement. Mais, à long terme, pour les générations prochaines, c'est le renouvellement de toutes nos ressources en énergie et en matières qui se pose dans les aires ensoleillées et actuellement désertiques.

Dans le passé, le grand désert Saharo-Sindien a vu naître, à sa périphérie immédiate, la plupart des grandes civilisations qui ont bâti le monde moderne. Il est vraisemblable qu'il jouera un rôle encore plus important dans l'évolution des civilisations futures.

M. Desoutter. — J'aimerais que notre Confrère nous dise si ma question est du domaine de l'utopie :

Serait-il possible, au cours des recherches faites à Edjelé et à Hassi Messaoud, et grâce à l'énergie potentielle, qui est sur place sous forme de carburant, de faire des forages en profondeur et de puiser de l'eau pour arriver ainsi à créer des oasis artificielles, permettant l'installation d'une vie active, qui peut-être rendrait plus économique la subsistance des gens chargés d'exploiter les gisements de pétroles?

M. Chouard. — Remarquons d'abord qu'il n'est pas possible de faire des forages sans eau. On commence par apporter de l'eau en camion. Puis quand on a commencé le sondage, il est rare qu'à une profondeur variable selon les cas, on ne trouve pas d'eau pour continuer le forage jusqu'à la découverte éventuelle du pétrole.

A Edjelé, on a trouvé des quantités d'eau importantes. Dès l'instant où l'on dispose d'assez d'eau, rien n'empêche de constituer un oasis, une palmeraie, comme le font d'ailleurs les indigènes ainsi que je l'indiquais plus haut.

Mais le vrai problème n'est pas là. Il est dans le renouvellement du gisement d'eau mis à jour. Si ce sont des eaux « fossiles », des eaux

qui ne se renouvellent pas, leur extraction systématique pour entretenir une culture permanente les épuisera, tôt ou tard.

Je crois donc que, dans chaque circonstance, il faudrait mesurer la capacité de renouvellement des eaux que l'on peut découvrir, et limiter l'exploitation agricole à ce que permet le débit renouvelable, jusqu'au moment, — utopie d'aujourd'hui mais peut-être réalité de demain, — où l'on pourra utiliser les eaux de la mer, dont les ressources sont indéfinies, après les avoir dessalées.

Actuellement, l'économie traditionnelle de l'agriculture du désert consiste à drainer le peu d'eau qui tombe sur une immense étendue pour cultiver la très petite surface d'un oasis, comme on le voit de façon si spectaculaire, par exemple, en survolant Adrar, palmeraie installée au centre d'un immense réseau de fogaras qui sillonnent un espace dépourvu de toute végétation.

Mais ce que je voulais souligner, c'est que l'étendue et la production des palmeraies, des jardins ou des cultures les plus diverses pourraient être augmentées, même sans accroissement des ressources en eau, par des pratiques plus raffinées de cultures avec économie d'eau.

Dès maintenant des nécessités d'extension des cultures se manifestent, notamment la culture des légumes pour approvisionner les centres pétroliers qui vont former des sortes de villes nouvelles au milieu du désert. Je pense qu'il est possible d'y parvenir avec le peu d'eau renouvelable que l'on découvre, mais à condition de pratiquer des cultures rationnelles en économie d'eau. Je pense que de telles pratiques imposent des recherches et des mises au point préalables, et j'ai surtout voulu montrer que la Station de Beni-Abbès était bien placée pour servir de site à de telles recherches.

M. Heim de Balsac. — Je ne pensais pas que mon collègue et ami Chouard m'inviterait en quelque sorte à compléter sa substantielle communication par quelques précisions sur la faune saharienne.

Je ne puis que confirmer que Beni-Abbès, en dépit des apparences et de sa position géographique, est un lieu dont la faune se montre riche et variée. Au contingent des espèces franchement désertiques, se joint un lot d'espèces venues du Nord (région présaharienne) le long de la Saoura, grâce aux eaux qui cheminent en profondeur sous le lit de l'Oued.

Pour me borner aux Vertébrés à sang chaud et spécialement aux Mammifères, je rappellerai que la faune que l'on peut qualifier de riche par rapport aux conditions d'existence toujours précaires, est essentiellement celle des micromammifères où dominent les Rongeurs. Et ce fait général ne pourra que s'accentuer en fonction du facteur anthropique. Si l'industrialisation du Sahara est à l'ordre du jour il faut nous résigner à voir disparaître les espèces de grande taille (antilopes, gazelles, mouflons, autruches) au profit des Rongeurs. La préadaptation à l'homme de cet ordre de Mammifères est plus sensible peut-être au Sahara que partout ailleurs. C'est que le désert est bien le royaume de la faim. Où que nous ayons campé, qu'il s'agisse du Sahara algérois, oranais ou marocain, du Tadjakant, du Tiris ou de l'Adrar mauritanien, nous avons pu constater l'abondance des Rongeurs, à peu près invisibles de jour, mais actifs la nuit, inéluctablement attirés par la présence d'une tente, de bagages, de collections zoologiques et de débris de cuisine. Les méfaits se font immédiatement sentir et nous les avons éprouvés aux dépens de nos récoltes. Il va sans dire qu'il existe toujours une concentration de Rongeurs aux abords des lieux habités ou fréquentés (oasis, puits, bordj, etc.), le facteur anthropique étant d'un effet puissant et immédiat sur l'écoéthologie des Rongeurs désertiques.

Je ne puis donc m'abstenir d'appréhension lorsque M. Chouard préconise l'emploi extensif des plastiques, surtout lorsqu'il s'agira de tuyaux qui, en principe, doivent rester longtemps en place. Les Rongeurs attaquent les plastiques non pas pour se nourrir bien sûr, mais pour

forer des galeries et des passages d'une part, et d'autre part rechercher de la nourriture à l'intérieur des objets creux. Des expériences préalables mériteraient d'être tentées afin d'éviter des surprises.

En ce qui concerne la grande faune, destinée à disparaître du fait de l'industrialisation, il y a lieu de se demander si un moyen de conservation ne résiderait pas dans la domestication ou la semi-domestication des espèces les plus intéressantes : antilopes addax et oryx, gazelle blanche, mouflon, autruche. Comme nous l'avions indiqué en 1931 au cours du VI[e] Congrès international d'Agriculture tropicale et subtropicale (*) la chose semble possible et souhaitable. C'est un des nombreux aspects que pose avec acuité la question de l'industrialisation du Sahara, qui ne soulève pas seulement des problèmes économiques, mais aussi un problème humain et de conservation de la nature.

M. Chouard. — Le Sahara est si grand que même si on multipliait par 10 la surface cultivée, ce serait insignifiant par rapport à l'immensité qui subsisterait dans l'état naturel.

En ce qui concerne les matières plastiques, c'est précisément l'une des expériences à faire que d'étudier, non seulement leur comportement vis-à-vis de la lumière ou de l'érosion par le sable, mais aussi les réactions des animaux à leur égard, réactions qui peuvent être très différentes selon la sorte de plastique employée et selon la charge, toxique ou répulsive, qu'ils pourraient contenir.

ÉTUDE COMPARÉE DE LA SOLUBILISATION DU CALCIUM, DU MAGNÉSIUM ET DU POTASSIUM DU SOL PAR DES TAMPONS ACÉTIQUES DE pH VARIÉS

par **R. Bittel**

(*Note présentée par* **M. Jean Lavollay**)

Dans la présente communication, je me suis proposé d'étudier la solubilisation du Ca, du Mg et du K des sols par les ions H+, souvent considérés comme les agents de la mobilisation des éléments des sols dans les conditions naturelles (1, 2).

Mode opératoire. — En vue de suivre la solubilisation des éléments du sol par les ions H+, il est commode d'utiliser comme réactifs d'extraction des solutions tampons. Mais de telles solutions contiennent, outre des ions H+, des cations métalliques dont il importe de diminuer la part dans le phénomène global de solubilisation. C'est pourquoi, j'ai utilisé dans ces expériences des tampons acétate-acide acétique dilués et de concentration constante en acétate de sodium (**) : concentration $\frac{M}{50}$. Cette concentration moléculaire est d'ailleurs voisine de celle de la solution des sols; or, l'intérêt qu'il y a à employer dans les analyses chimiques

(**) Le cheptel d'animaux désertiques des anciennes civilisations africaines. Possibilité de sa restauration en régions sahariennes, C. R. Paris, vol. III, pp. 309-313.

(**) Acétate d'ammonium pour l'extraction du potassium.

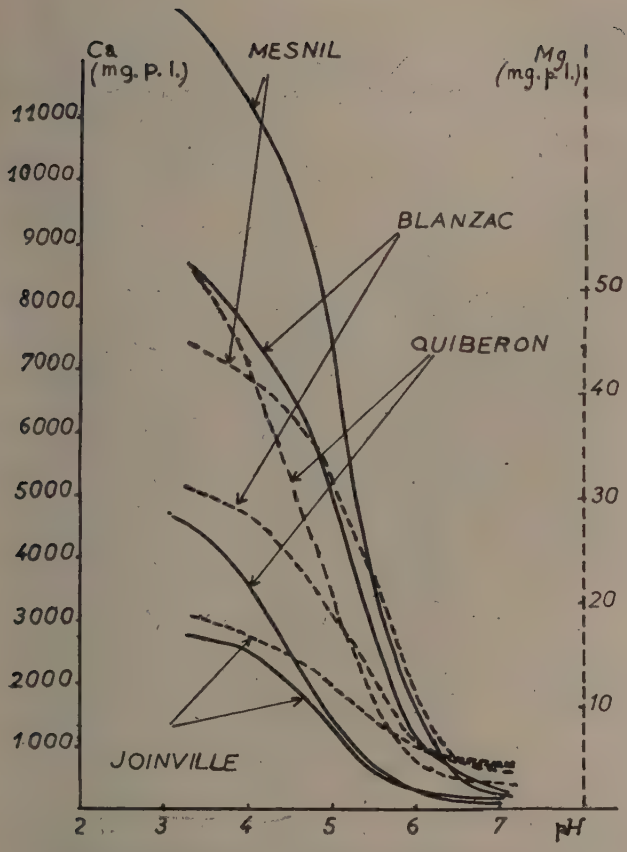

FIG. 1: COURBES DE SOLUBILISATION DU Ca (TRAITS PLEINS) ET DU Mg (TRAITS DISCONTINUS) (ECHANTILLONS CALCAIRES)

des sols des solutions extractives dont les concentrations moléculaires sont approximativement égales à celles des solutions des sols en place est bien connue (3). Le pH des solutions tampons est échelonné de 7 à 2,5. Des tampons à l'acétate de sodium ont été utilisés pour l'extraction de Ca et de Mg, mais, en raison des difficultés qu'il y a à doser de petites quantités de K en présence de quantités relativement importantes de Na, des tampons à l'acétate de NH_4 ont été employés pour l'extraction du K. Le rapport $\frac{\text{solution}}{\text{sol}}$ a été pris égal à 10. L'expérience ayant montré qu'on solubilisait des quantités presque égales de Ca, de Mg et de K, après une

TABLEAU I

Échantillons	pH extr.	Conc. extr. (mg/l)		
		Ca	Mg	K
Mesnil (S.-et-O.)	7	250	4	5
pH : 7,5	6,5	500	5	
CO_3Ca : 40 %	5,7	3.200	18	6
	5,4	5.000	24	
	4,8	9.000	32	5,5
	4,5	10.000	38	5,5
	3,3	12.500	45	
Quiberon (Morbihan)	7	150	2,5	2
pH : 7,5	6	250	5	
CO_3Ca : 40 %	5,5	800	15	2,4
	4,8	2.000	20	2
	4	3.600	43	
	3,4	4.500	50	2,5
Blanzac (Charente)	7	300	5	12
pH : 7,8	6	1.000	6	
CO_3Ca : 20 %	5,5	3.000	13	15
	4,8	6.000	20	15
	4	7.500	28	
	3,5	8.500	30	13
Joinville (Hte-Marne)	7,1	200	5	8
pH : 7,5	6	250	6	
CO_3Ca : 18 %	5,5	600	9	
	4,8	1.750	13	10
	4,1	2.500	16	10
	3,5	2.800	18	
Longjumeau (S.-et-O.)	7,3	80	4	5,2
pH : 7,4	6,8	120	5	5
CO_3Ca : 2 %	6	200	6	5,5
	5,5	400	10	
	4,8	800	15,5	5,5
	3,9	1.100	18	
	2,5	1.250	23	
Miramont (Lot-et-G.)	7	70	3	3
pH : 7,5	5,6	380	4,5	2,6
CO_3Ca : 1,5 %	4,9	750	10	2,6
	4	1.150	17	
	2,4	1.200	22	3
Gibeaumeix (M.-et-M.)	7	40	1	6,5
pH : 7	6	70	1,5	6
CO_3Ca : traces	5,6	90	2	6
	4,8	300	3	7
	3,8	450	6	7
	2,8	450	7	6

TABLEAU I (*Suite*)

Échantillons	pH extr.	Conc. extr. (mg /l)		
		Ca	Mg	K
Quimper (Finistère)	7	30	3	5
pH : 6,8	6,2	40	3,5	
non calc.	5,3	80	4	
	4,4	130	6	6
	3,5	180	7	
	2,8	200	8	6
Brinon (Cher)	7	50	1,5	16
pH : 6,3	6,5	60	2	15
non calc.	6	80	2,5	15
	5,6	100	3	15
	5	140	4	17
	4,4	170	4,8	
	3,4	190	5,2	19
Cheny (Yonne)	7,1	35	1,3	15
pH : 6,3	6,5	40	1,4	15
non calc.	5,5	50	1,8	15
	5	70	2	17
	3,8	110	3	
	3	120	4	
	2,5	120	4,5	17
Vineuil (Indre)	6,5	40	0,5	3,2
pH : 6	6	50	1	3
non calc.	5	100	2	3
	4,2	160	3,5	3,5
	3,3	200	5	3,5
	2,5	230	6	3,5
Merville (Hte-Gar.)	7,2	16	2	2
pH : 5,7	5,5	23	2	2,5
non calc.	5	25	2,5	2
	4,2	75	4,5	2,5
	3,5	80	5,5	2,2
La Honce (B.-Pyr.)	6,3	20	2,5	1,8
pH : 5,7	5,7	30	3	1,8
non calc.	5,1	50	4	2
	4,1	90	6	
	3,3	130	9	2
	2,5	140	10	
Bièvres (S.-et-O.)	7	15	2	16
pH : 5	5,5	20	2	18
	4,8	35	3,3	
	4	60	4	15
	3,2	100	7	
	2,5	120	13	15

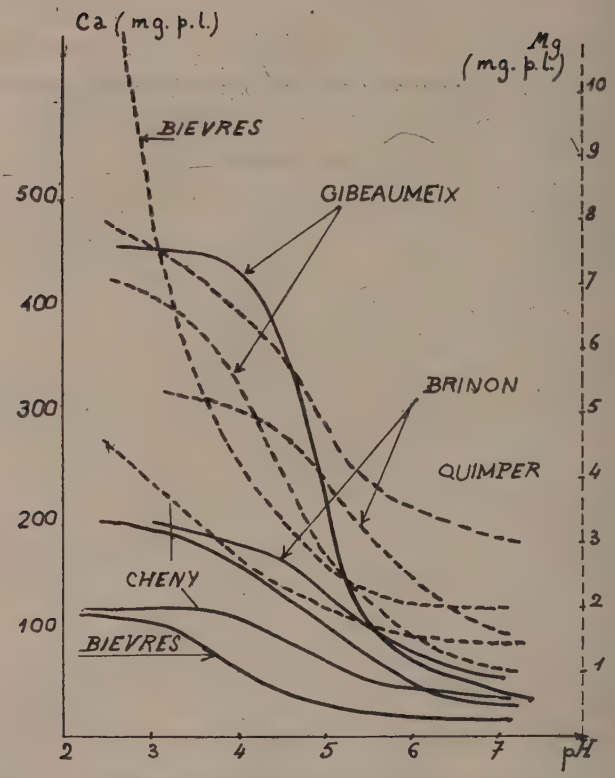

FIG 2 : COURBES DE SOLUBILISATION DU Ca (TRAITS PLEINS) ET DU Mg (TRAITS DISCONTINUS) (ECH. NON CALCAIRES)

heure et après deux heures de contact avec agitation entre l'échantillon de sol et les solutions, la durée de contact adoptée est de une heure.

La nature des échantillons de sols a été précisée par la détermination de leur teneur en calcaire, par celle de leur pH propre (pH d'une suspension de sol dans une solution $\frac{M}{50}$ de KCl, le rapport $\frac{\text{solution}}{\text{sol}}$ étant égal à 1), par celle de leurs teneurs en C organique, en N organique et en argile.

Résultats expérimentaux. — Vingt-cinq échantillons de sols ont été examinés suivant la méthode précédente. Les 14 échantillons pour lesquels les résultats sont donnés dans le tableau I sont les échantillons pour lesquels la solubilisation des oligo-éléments a été également étudiée. Sont seuls envisagés ici les résultats concernant Ca, Mg et K.

Parmi ces 14 échantillons, 4 sont très calcaires, 2 peu calcaires, 8 ne renferment que des traces de CO_3Ca indosables au calcimètre. Le pH

TABLEAU II

Échantillons	Quantités extr. pH : 7, tampon $\frac{M}{50}$ (mg /kg)			Quantités extr. vers pH : 3, tampon $\frac{M}{50}$ (mg /kg)			Quantités échang. acétate de Na ou NH_4 neutre, conc. M (mg /kg)		
	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K
Gibeaumeix.	400	10	65	4.500	70	60	4.000	60	270
Merville	160	20	20	800	55	22	1.000	65	45
Bièvres.	150	20	160	1.000	70	150	1.150	110	200

propre de ces 8 derniers est échelonné de 7 à 5. Les 14 échantillons diffèrent d'autre part par leur teneur en matières organiques et en argile.

Les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi :

1° Quel que soit l'échantillon de sol étudié, les concentrations des extraits en Ca et Mg sont d'autant plus grandes que le pH des extraits est plus faible. Par contre, les concentrations en K sont, pour un échantillon donné, pratiquement indépendantes du pH des extraits. Aux pH les plus acides qui aient été utilisés, les quantités de K extraites restent inférieures aux quantités de K échangeables par l'acétate de NH_4 neutre à la concentration M. Au contraire, en ce qui concerne le Ca et le Mg des échantillons non calcaires, les quantités extraites tendent, lorsque l'acidité augmente, vers les quantités échangeables par l'acétate de Na neutre de concentration M (tabl. II).

2° A une exception près (*), les courbes de solubilisation du Ca et du Mg, obtenues en portant en abscisses les pH des extraits et en ordonnées les concentrations des extraits en Ca et en Mg, présentent une allure sigmoïde (cf. : figures 1 et 2).

Cependant les concentrations des extraits de pH donné varient suivant l'échantillon de sols, comme on pouvait le prévoir : ainsi, les concentrations en Ca et en Mg des extraits de pH 4,8 (pH du réactif de Morgan) sont respectivement égales à 800 et 15,5 mg. par litre pour l'échantillon Longjumeau à 2 p. 100 de calcaire, à 300 et 3 mg par litre pour l'échantillon Gibeaumeix neutre et non calcaire, à 35 et 3,3 mg par litre pour l'échantillon acide Bièvres. De plus, entre pH 6 et pH 4, les variations relatives des concentrations des extraits déterminées par une faible variation de pH sont plus ou moins importantes suivant les échantillons.

D'autre part, les points d'inflexion des courbes sont plus ou moins apparents et la pente des courbes en ces points est différente suivant les cas. Pour un échantillon donné, la position du point d'inflexion dépend de l'échantillon de sol. Dans le cas des échantillons très calcaires, le pH du point d'inflexion n'a pas été trouvé plus élevé que dans le cas des sols non calcaires. En ce qui concerne ces derniers, les sols dont le pH propre est le plus bas fournissent en général des courbes dont les points d'inflexion correspondent à des pH eux-mêmes plus acides. Le pH du

(*) La courbe de solubilisation du magnésium de l'échantillon Bièvres, humifère et acide.

TABLEAU III

Échantillons	pH : points d'inflexion (valeurs approximatives) Ca	Mg
Mesnil (CO_3Ca : 40 %; pH : 7,5)	5	5,5
Longjumeau (CO_3Ca : 2 %; pH : 7,4)	5,2	5,2
Gibeaumeix (non calc.; pH : 7; argile : 10 %)	5,1	4,6
Quimper (non calc.; pH : 6,8; C. org. : 5 %)	4,5	4,8
Brinon (non calc.; pH : 6,3; argile : 5 %; C. org. : 2,5 %)	5	5,2
Cheny (non calc.; pH : 6,3; argile : 25 %; C. org. : 1 %)	4,8	3,5 (?)
La Honce (non calc.; pH : 6,3; argile : 18 %; C. org. : 1 %)	4,5	3,8
Merville (non calc.; pH : 5,7; argile : 15 %; C. org. : 1 %)	4,5	4,3
Bièvres (non calc.; pH : 5; argile : 5 %; C. org. : 5 %)	4	3 (?)

point d'inflexion est généralement plus faible dans le cas des échantillons argileux et humifères non calcaires que dans celui d'échantillons de même pH propre pauvres en colloïdes (tabl. III). Pour Bièvres, échantillon humifère et acide, le pH du point d'inflexion de la courbe de solubilisation du Mg est probablement inférieur au pH de l'extrait le plus acide.

Pour un échantillon donné, le pH du point d'inflexion est parfois très différent suivant qu'il s'agit de la courbe de solubilisation du Ca ou du Mg : pour 5 échantillons acides sur 6 examinés (pH propre < 6,3), les points d'inflexion des courbes relatives au Mg sont situés à des pH plus bas que les points d'inflexion des courbes relatives au Ca.

TABLEAU IV

Échantillons	CO_3Ca total (%)	Ca extrait à pH : 4,8 — Ca extrait à pH : 7 (mg/l)	CO_3Ca « actif » (%)
Quiberon	40	1.850	2,5
Mesnil	40	8.750	15
Jonvil	18	1.500	1,2
Blanzac	20	5.700	5

Discussion. — 1° Les résultats concernant le Ca et le Mg des échantillons calcaires pouvaient être aisément prévus, l'excédent de Ca et de Mg solubilisé par les tampons acides provenant évidemment en grande partie de carbonates alcalino-terreux. Cependant, même dans le cas des échantillons très calcaires, l'effet solubilisant d'une variation donnée du pH des réactifs d'extraction ne dépend pas uniquement de la teneur des échantillons en calcaire : l'état physique de celui-ci intervient donc certainement. Cette interprétation a été confirmée par les résultats de la détermination du calcaire « actif » suivant la technique de Drouineau (4) (tabl. IV).

2° Le cas particulier du potassium dont la concentration dans les extraits reste indépendante du pH mérite d'être souligné. Le contact de l'échantillon de sol avec un tampon acide a évidemment pour résultat de désaturer les colloïdes. D'après Mattson (5), l'affinité des ions K pour les colloïdes argileux augmente avec la désaturation plus que les affinités du Ca et du Mg et ce fait peut rendre compte du comportement particulier du potassium.

3° Une acidification des extraits ne modifie pas leur concentration en K, augmente leur concentration en Ca et Mg et par suite augmente

TABLEAU V

Échantillons	Rapports Ca/K dans les extraits			
	pH propre + 0,5 unité pH	pH propre	pH propre — 0,5 unité pH	pH propre — 1 unité pH
Bièvres (pH : 5).	1,1	1,7	2,8	4
La Honce (pH : 5,7)	12	17	22	35,5
Merville (pH : 5,7)	8	8	12	25
Vineuil (pH : 6).	13	17	26	33
Brinon (pH : 6,3)	3,7	4,5	6	8

TABLEAU VI

Échantillons	Rapports Mg/K dans les extraits			
	pH propre + 0,5 unité pH	pH propre	pH propre — 0,5 unité pH	pH propre — 1 unité pH
Bièvres (pH : 5).	0,11	0,17	0,27	0,27
La Honce (pH : 5,7)	1,4	1,7	2,	2,5
Merville (pH : 5,7)	1	1	1,2	1,7
Vineuil (pH : 6).	0.16	0,33	0,50	0,66
Brinon (pH : 6,3)	0,09	0,15	0.18	0,22

les rapports $\frac{Ca}{K}$ et $\frac{Mg}{K}$. Les résultats des Tableaux V et VI montrent que, dans le cas des sols acides, une assez faible variation de la réaction dans la région du pH, qui conventionnellement mesure le pH propre du sol, entraîne d'assez grandes variations relatives des rapports $\frac{Ca}{K}$ et $\frac{Mg}{K}$ dans les extraits et par suite du rapport $\frac{Ca + Mg}{K}$.

La faible augmentation de pH qui résulte de l'apport d'amendement calcaire à un sol devrait avoir pour effet de diminuer les rapports $\frac{Ca}{K}$ et $\frac{Mg}{K}$ dans la phase liquide, mais, à cette action s'ajoute celle de l'accroissement de la concentration en Ca de la solution du sol; aussi l'effet global d'un apport de calcaire ne peut-il pas être prévu.

Par contre, les résultats précédents permettent de prévoir que, dans les conditions naturelles, les agents d'acidification doivent tendre, par leur seule action sur le pH du sol à augmenter les rapports $\frac{Ca}{K}$ et $\frac{Mg}{K}$ dans les solutions du sol, et encore plus le rapport $\frac{Ca + Mg}{K}$.

4° Pour rendre compte des différences constatées entre les pH des points d'inflexion des courbes relatives au Ca et au Mg d'un même échantillon, on peut envisager les raisons suivantes :

a) le Ca et le Mg du sol sont fixés en des sites analogues d'un même substrat, mais avec des affinités différentes;

b) le Ca et le Mg sont liés à un même substrat en des sites différents;

c) le Ca et le Mg sont liés à des substrats différents.

En résumé. — 1° Le potassium des sols est solubilisé par les tampons acétiques dilués de pH variés d'une manière très différente de celle dont sont solubilisés le calcium et le magnésium : les rapports $\frac{Ca}{K}$, $\frac{Mg}{K}$ et $\frac{Ca + Mg}{K}$ dans les extraits augmentent quand le pH diminue. Cette constatation permet de prévoir que, dans les conditions naturelles, les agents acidifiants doivent tendre à augmenter les rapports correspondants des solutions des sols.

2° Les courbes de solubilisation du Ca et celles du Mg présentent une même allure sigmoïde, mais, dans le cas des échantillons acides, les pH des points d'inflexion sont différents suivant qu'il s'agit de Ca ou de Mg. Ces écarts posent le problème de la nature des liaisons contractées par ces éléments dans les sols en place.

(*Laboratoire de Chimie Agricole et Biologique du Conservatoire National des Arts et Métiers.*)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Lundegardh (H.). — Leaf Analysis. Trad. par Mitchell, Hilger ed., 1951.
(2) Jenny (H.). — Contact Phenomena between Adsorbents. *In* Truog, Mineral nutrition of Plants, Univ. of Wisconsin Press, 1953.
(3) Lavollay (J.). — Le magnésium. Hermann ed., 1936.
(4) Drouineau (G.). — *Ann. Agron.*, 1943, **13**, 16.
(5) Mattson (S.). — *Lantbr. Hogsk. Ann.*, 1945, **12**, 119; *Soil sci.*, 1946, **61**, 313.

SÉANCE DU 15 MAI 1957

Présidence de M. Tony BALLU

OUVRAGES REÇUS

M. le Secrétaire perpétuel. — Notre correspondant M. Gèze offre à l'Académie une série de publications dont il est l'auteur. Sont à signaler, entre autres, des *Notes et Réflexions sur un Congrès de pédologie* et une étude sur *L'érosion et la conservation des sols dans les régions méditerranéennes.*

Dans le dernier volume (n° 3, 1956) des « Annales de l'Institut expérimental du Tabac de Bergerac », nous devons indiquer, notamment : sous la signature de M. J. Chouteau, une étude sur la *Détermination de l'évapotranspiration d'un sol cultivé en tabac* (application à la conduite des arrosages), qui développe les considérations du même auteur, présentées par notre correspondant M. Gisquet au cours de notre séance du 12 décembre 1956, — et, sous la signature de M. A. Renier, une savante étude sur les *Applications du calcul matriciel à la génétique des populations.*

Dans la revue « Oléagineux » (mai 1957), le commandant Bienaymé, directeur des Services techniques à l'I. R. H. O., présente un rapport du plus grand intérêt sur *Le bilan en corps gras de la France :* perspectives 1961, essai d'extension à l'Afrique du Nord et à la France d'outremer.

Les études et documents de l'Institut de Recherches économiques et sociales d'Alger (n° 29, octobre 1956) publient un travail original de M. René Mayer sur *la Productivité des investissements en matière d'hydraulique agricole.*

Dans le numéro d'avril de la « Revue du Ministère belge de l'Agriculture », il y a lieu de signaler une étude sur *L'évaluation des travaux de vulgarisation*, par M. A. Gobbe.

En tirage à part du « Bulletin technique d'information des D. S. A., nous recevons une intéressante *Contribution à l'étude de la mise en valeur des sols sableux*, par MM. Barret, Renaud et Siloret.

Les « Annales de la Société nationale d'Horticulture » (n° 9) publient les résultats d'une enquête sur *Dégâts et pertes dus au froid dans les collections horticoles* pendant le mois de février 1956.

VARIATIONS DE LA TENEUR EN ACIDE OXALIQUE CHEZ QUELQUES VARIÉTÉS D'ÉPINARDS

par **M. R. de Vilmorin** et **M^me^ N. Bilquez**

M. de Vilmorin. — La raison qui nous a incités à porter notre attention sur les principales caractéristiques chimiques de l'épinard est l'intérêt particulier que présente cette plante pour l'alimentatio humaine. On sait, en effet, que l'indice d'amino-acides, qui traduit la valeur biologique des protéines, est plus élevé chez l'épinard que chez la plupart

des autres légumes-feuilles (1). On sait également qu'il se distingue par une teneur en fer très élevée.

Mais l'épinard contient de l'acide oxalique, notamment sous forme d'oxalate de potassium. Or, c'est là une substance nuisible à l'organisme humain. La question que nous nous sommes posée est la suivante : est-il possible, par les méthodes habituelles de la génétique, d'abaisser la teneur des épinards en acide oxalique? Pour essayer d'y répondre, il fallait connaître les variations de la teneur en cet acide parmi les divers individus d'une même variété, et, en outre, comparer les variétés entre elles. Il s'agit donc d'un problème identique à celui dont je vous ai entretenu il y a quelques mois relativement au fer (2).

Nous avons utilisé les mêmes échantillons qui nous avaient servi pour le dosage du fer, dans la mesure où nous disposions d'une quantité suffisante de substance, condition qui n'a pas été toujours réalisée. Néanmoins, le nombre des analyses qui ont été faites, par la méthode de Klein (3), est suffisant pour permettre une interprétation raisonnable des résultats.

RÉSULTATS

Variétés	Nombre de plantes analysées	Valeurs extrêmes en g $C_2O_4H_2$ pour 100 g de matière sèche	Moyenne en g $C_2O_4H_2$ pour 100 g de matière sèche
Géant d'Hiver	84	2,1-10,2	6,8
Viroflay	76	5,6-10,4	8,5
Rueil	76	5,6-10,1	8,5

L'examen de ces chiffres fait apparaître deux faits :

a) Il y a une très grande variation de la teneur en acide oxalique à l'intérieur de chaque variété.

b) La variété « Géant d'Hiver » est significativement plus pauvre que les deux autres.

En outre, nous avons constaté qu'il existe une corrélation étroite entre la teneur en cendres minérales et la teneur en acide oxalique. Les coefficients de corrélation, calculés pour les trois variétés, sont les suivants :

Géant d'Hiver	+ 0,93
Viroflay	+ 0,80
Rueil	+ 0,84

De l'ensemble de ces données on peut conclure que la sélection doit pouvoir aboutir à l'obtention de variétés relativement pauvres en acide oxalique, et que ce résultat doit être considérablement facilité par la corrélation acide oxalique - cendres, que nous avons mise en évidence. Elle permettrait en effet de substituer le dosage des cendres, opération simple et rapide, à celui, beaucoup plus long et compliqué, de l'acide oxalique.

M. Ferrand. — Je voudrais demander à notre Confrère s'il s'est aperçu d'une variation de la teneur en acide oxalique suivant l'âge de la plante?

(1) Shupan (W.). — Journées Scientifiques des Fruits et Légumes, Paris, 1955.
(2) Vilmorin (R. de). — *C. R. Ac. Agr.*, 1956, **15**, 722.
(3) Klein (G.). — Handbuch der Pflanzenanalyse, 1932.

M. de Vilmorin. — Oui. C'est une question qui m'a intéressé à la suite d'une observation de notre confrère Lavollay faite après ma précédente note. Je me proposais de parler de cela une autre fois.

Je me suis livré à des analyses en prenant les feuilles les unes après les autres et en suivant le point d'insertion sur la tige. Il y a des variations en acide oxalique; les feuilles extérieures, au moment de leur jaunissement en contiennent beaucoup; les feuilles vertes qui viennent immédiatement après en contiennent sensiblement moins.

M. Ferrand. — On pourrait évidemment, *a priori*, croire que c'est comme cela que cela doit se passer, si on considère que l'acide oxalique est tout de même une fin, un terme au point de vue du catabolisme physiologique.

Il y a une conclusion alimentaire, c'est qu'il semble bien qu'il vaut mieux consommer la feuille d'épinard relativement jeune que la consommer vieille. C'est cela l'intérêt de la question.

M. Dufrénoy. — Personnellement, j'ai écouté avec le plus vif intérêt la communication de M. de Vilmorin; j'ai toujours été très vivement intéressé par les effets de décalcification que pouvait produire l'acide oxalique.

C'est là une question qui, au point de vue nutrition, a une très grande importance. Je suis reconnaissant à M. de Vilmorin d'avoir attiré l'attention sur ce problème.

Présentation d'Ouvrage :

LE DERNIER FASCICULE DU « JOURNAL D'AGRICULTURE TROPICALE ET DE BOTANIQUE APPLIQUÉE »

M. Vayssière. — J'ai l'honneur de déposer pour la bibliothèque le dernier fascicule paru du « Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée » (1).

On trouve, dans ce numéro, à côté des notes et actualités, quatre mémoires présentant un grand intérêt au point de vue de l'Agronomie des territoires d'outre-mer : Maladies des arbres à quinquina en Guinée française; Taxonomie agrobotanique des riz cultivés; Étude de la flore du massif de l'Aïr; Vocabulaire botanique Tamajeq.

Présentation d'Ouvrage :

TECHNIQUE AGRICOLE DES PAYS CHAUDS PRINCIPES DE BASE

par **Jean Adam** (1)

M. Ferrand. — L'auteur de cet ouvrage, M. Jean Adam, est bien connu de tous ceux qui s'occupent d'agriculture tropicale par les publications très appréciées, nombreuses et variées qu'il nous a déjà données.

(1) N° 11, volume III, novembre 1956.

(1) Ingénieur agronome, Inspecteur général honoraire de l'Agriculture d'Outre-Mer. 229 pages, 26 planches, 4 cartes et 24 figures. Éditeur : Encyclopédie d'Outre-Mer, 3, rue Blaise-Desgoffe, Paris (6e), 1957.

Mais le livre que nous présentons aujourd'hui revêt une importance toute particulière parce que à peu près unique en son genre. Il est le résultat synthétique de la vaste expérience d'une longue carrière dans les pays d'outre-mer et de la connaissance approfondie des résultats de la recherche agronomique dans les territoires tropicaux, français et étrangers.

M. Jean Adam a réussi un livre à la fois simple et précis qu'il destine au public le plus large possible s'intéressant à l'agronomie tropicale. « La technique agricole des pays chauds » doit être le livre du maître qui forme dans les territoires d'outre-mer les moniteurs agricoles et l'auteur souhaite qu'à partir des principes généraux qu'il vient d'écrire soient élaborés de petits ouvrages d'application destinés aux différentes régions, dans lesquels il serait uniquement question des cultures propres à celles-ci considérées dans leur milieu particulier. C'est là un beau programme d'intelligente vulgarisation.

L'auteur s'applique à démontrer qu'en agriculture il n'y a pas de recettes « passe-partout » mais que les solutions des problèmes qui se posent sont fonction des conditions locales, du climat, du sol et du milieu humain. Il fait parfaitement ressortir la complexité des facteurs en jeu montrant que sous les tropiques plus intensément qu'ailleurs, une méthode d'agriculture valable est le résultat d'un équilibre entre les forces de création mises en œuvre et les forces de destruction qui surgissent du milieu.

« Lorsqu'un ensemble en équilibre écrit-il, est soumis à une action extérieure, qui tend à le déformer, les modifications résultant de cette déformation tendent à s'opposer à la continuation de l'action. »

Ceux qui ont vu les efforts qu'il faut déployer sous les tropiques pour garder la fertilité des sols défrichés mis en culture et pour les défendre contre tous les facteurs d'érosion et de stérilisation comprennent combien cette pensée est ici à sa place.

La première partie de l'ouvrage étudie le milieu agricole intertropical : le climat, le sol dans sa formation et son évolution, dans ses propriétés physicochimiques et biologiques, dans ses facteurs de productivité agricole en général. De ce milieu intertropical fait partie aussi le milieu humain qui est étudié dans ses rapports avec l'agriculture.

La deuxième partie fait comprendre le comportement de la plante et de l'animal : la plante et ses fonctions de nutrition observées dans le milieu tropical avec tous les facteurs qui agissent sur elle; l'animal et les pâturages ainsi que l'amélioration de la production fourragère. Ces derniers chapitres sont particulièrement bien traités car l'auteur est un spécialiste de ces questions et il est convaincu que l'épanouissement d'une agriculture ne peut être complète que lorsque les spéculations animales vont de pair avec les spéculations végétales, ce qui est bien loin d'être le cas général dans notre Afrique sous-évoluée.

La troisième partie traite des méthodes de culture. Elle est en quelque sorte l'examen critique des méthodes appliquées et de celles que l'on devrait appliquer en insistant sur les rapports de celles-ci avec l'économie des populations qui les utilisent. L'accent est mis sur la grave question de la dégradation des sols et des moyens de conserver la fertilité mis ou à mettre en œuvre non seulement par le planteur, mais par les grands états qui ont compris l'énorme importance humaine de ces problèmes.

La question des amendements, des engrais organiques et minéraux est traitée avec beaucoup de compétence et selon les données les plus récentes de la science.

Enfin, un dernier chapitre envisage les problèmes de l'outillage des populations primitives, de la traction animale et de la culture mécanisée dans les pays tropicaux. Rappelons que M. Jean Adam fut, à ses débuts dans la carrière, un des tous premiers à apprendre aux Sénégalais à se servir des bovidés comme animaux de trait!

Le rôle de la recherche agronomique, moteur du progrès, et surtout

de la vulgarisation rationnelle de ses résultats est examiné de manière très pertinente.

Les agronomes liront avec grand intérêt ce bel ouvrage synthétique et très documenté, les planteurs y trouveront un enseignement et une documentation très complète restée, la plupart du temps jusqu'ici, disséminée dans un grand nombre de revues techniques.

Beaucoup de photographies, de planches, de dessins illustrent et agrémentent le texte.

M. Lefèvre. — Je me félicite de la communication de M. Ferrand; s'il ne l'avait pas faite je l'aurais faite moi-même, mais je n'ai pas encore terminé la lecture du livre en question.

A l'occasion de la parution de deux livres de même qualité, j'ai fait une observation qui vaut également ici. On a souligné « principes de base ». Mes conclusions ont toujours été les suivantes : je vois que le moment est venu de voir le problème agricole, non seulement sous l'angle de recettes de dictionnaire, mais également sous l'angle de l'application intelligente et de leur rapprochement.

J'appuie donc ce que vient de dire M. Ferrand très fortement. Je crois qu'il serait bon de réserver un diplôme quelconque à cet ouvrage.

« Principes de base », je l'avais souligné d'une manière insuffisante pour un autre volume, il y a quelques mois, venant du Directeur des Services agricoles de la Somme; le volume était intitulé : « Principes de base de l'agriculture méridionale », je crois.

A mon avis nous avons un effort de synthèse qui est fait, un effort d'explication fait par un certain nombre d'auteurs. Je crois qu'il serait bon que nous puissions le souligner par des récompenses *ad hoc* et je demande à l'Académie de bien vouloir me suivre sur ce terrain.

M. Bressou. — J'ai eu la bonne fortune de connaître M. Adam alors qu'il enseignait à l'Institut de Médecine Vétérinaire Exotique, tout au début de la fondation de celui-ci, vers 1922; et pendant de nombreuses années j'ai pu apprécier la valeur exceptionnelle de son enseignement, l'autorité qu'il exerçait sur son auditoire et sa grande qualité d'éducateur.

J'ai été à même aussi d'apprécier sur place les éminents services rendus par M. Adam à l'agriculture tropicale et les résultats bienfaisants de son action.

Je crois, en effet, qu'un tel labeur mérite une haute récompense.

M. le Secrétaire Perpétuel. — La Commission académique doit se réunir la semaine prochaine; elle ne manquera pas d'examiner cette question.

Présentation d'Ouvrage :

OTOTOXICITÉ ET PATHOLOGIE COMPARÉE LA GALVANOTAXIE APPLIQUÉE A L'ÉTUDE DES EFFETS OTOTOXIQUES D'ANTIBIOTIQUES

par **M. A. Masson**

M. J. Dufrénoy. — Des poissons rouges peuvent séjourner pendant plusieurs jours dans de l'eau contenant de très faibles concentrations d'une substance biologiquement active, sans manifester de symptômes évidents d'intoxication chronique ou aiguë; cependant si de tels poissons sont soumis à l'action d'un champ électrique, leur comportement,

en fonction de la différence de potentiel et de l'intensité du courant, peut servir non seulement à la détection, mais même au dosage de telle ou telle substance ayant contaminé l'eau.

L'une des formes de comportement facile à étudier est mise en jeu par le phénomène de la galvanotaxie, c'est-à-dire que pour un type de poisson déterminé, présentant certaine relation entre le poids et la longueur, il existe un certain seuil d'intensité de courant électrique, au-dessous duquel le poisson continue à se déplacer librement dans le champ électrique, mais au-dessus duquel le poisson s'oriente invinciblement dans une certaine position; les « substances biologiquement actives » appartiennent à deux groupes : *a*) celles qui même à concentration relativement élevée et agissant pendant plusieurs jours, ne provoquent pas de modifications des réactions galvanotaxiques normales (c'est par exemple le cas pour la pénicilline); *b*) celles qui, à des dilutions de l'ordre du milligramme par litre, provoquent en quelques jours des modifications mesurables des réactions galvanotaxiques : c'est le cas des antibiotiques connus pour affecter chez l'homme et les vertébrés supérieurs les terminaisons nerveuses de l'oreille interne, par exemple, streptomycine et dihydrostreptomycine; l'effet est d'ailleurs annulé par l'acide pantothénique.

La technique mise au point par M. Masson pour des cas particuliers paraît devoir s'appliquer à de nombreux cas de pollution des eaux et c'est à ce titre que nous nous permettons de la signaler ici.

M. Blanc. — M. Dufrénoy parlait d'antibiotiques. Est-ce qu'il faut que le corps à déceler soit un antibiotique ou est-ce que cela peut être un autre corps?

M. Dufrénoy. — Les travaux que nous avons invoqués sont bien connus. Nous n'avons aucune revendication d'originalité et de priorité. Les premiers travaux ont été faits en Allemagne, sur le dérivé gamma de l'hexachlorocyclohexane. On peut constater des pollutions par insecticide agissant sur le système nerveux.

ÉTHOLOGIE DES IMAGOS DE *Thomasiniana Lavandulæ, Barnes (Dipt. cecidomyiidæ)*

par **R. Pussard**

(*Note présentée par* **M. P. Vayssière**)

Dans une note récente (1), nous avons souligné l'importance agronomique, économique, sociologique et touristique des dégâts de la Cécidomyie des lavandes.

Après avoir fait connaître les grandes lignes de l'évolution annuelle des larves de cette espèce nouvelle (2), nous croyons utile de fournir dès maintenant quelques précisions sur le comportement de l'imago, stade particulièrement important pour la multiplication et la dissémination de ce Diptère.

Nous avons montré que, normalement, la nymphose a lieu dans le sol, à faible profondeur au pied des plantes attaquées, dans un petit cocon

(1) Pussard (R.). — La culture des lavandes gravement menacée par la Cécidomyie, *Thomasiniana lavandulæ*, Barnes. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 20 mars 1957.

(2) Pussard (R.). — Cycle évolutif de *Thomasiniana lavandulæ* Barnes (Dipt. *Cecidomyiidæ*). Note déposée sur le bureau de la *Société de Biologie, Paris*, le 23 février 1957, *sous presse*.

piriforme tapissant les parois d'une logette aménagée entre les particules de terre. Il convient de noter ici que, sous les touffes de lavandes, le sol protégé des pluies battantes, des ardeurs du soleil ou des rigueurs du froid par la coupole des rameaux feuillus et légèrement enrichi en humus par la chute incessante des feuilles mortes, présente, dans ses éléments fins, une texture particulière, peu cohérente, et une teneur en humidité particulièrement favorables à la conservation et au cheminement, à la fois de la Cécidomyie et de ses nombreux parasites et prédateurs (3).

Sous l'influence de divers facteurs, l'achèvement de la nymphose est très échelonné dans le temps; parmi ces facteurs, nous pouvons citer : — la sensibilité des différents stades aux variations de température dues aux expositions et microclimats des régions montagneuses; — l'alimentation larvaire plus ou moins complète et plus ou moins rapide du fait de la concurrence nutriciale dans les colonies à forte densité d'individus, phénomène souvent constaté particulièrement chez les xylophages; — enfin la répartition et la fréquence des chutes de pluie qui provoquent la descente en terre des larves au terme de leur croissance.

Commencée à la mi-octobre la nymphose est terminée dans la seconde quinzaine de décembre pour quelques individus; à partir de ce moment et au début de janvier, on peut obtenir, dans certaines conditions, des éclosions isolées d'imagos, non seulement sur le littoral méditerranéen, mais encore à l'altitude moyenne de 600 mètres, dans la zone de culture des lavandes.

Les nymphes actives quittent le cocon puis la logette de nymphose, en général après une chute de pluie ou une fonte de neige; elles cheminent dans le sol par un mouvement hélicoïdal en présentant en avant soit la partie antérieure du corps, soit, parfois, la partie postérieure. En arrivant à l'air libre, elles peuvent continuer, au point fixe, leur mouvement circulaire pendant plus de deux heures, avant de se laisser choir latéralement sur le sol; c'est alors qu'après une courte période de repos se produit la sortie de l'imago. Il arrive, dans les élevages, que des adultes éclosent pendant le trajet de la nymphe dans le sol; ils ne parviennent pas à l'air libre et ne tardent pas à périr.

L'éclosion, aussi bien dans les élevages que dans la nature, se produit principalement à partir des premières heures de la matinée et cesse presque complètement vers midi.

Dans nos élevages à Antibes, des cocons conservés en terre et maintenus à une température moyenne d'environ + 4° C. nous ont donné des éclosions dès le 10 janvier pendant une opération de triage; une élévation de température à + 15° C., pendant un temps très court, suffit alors pour provoquer des éclosions (4).

Aux environs de Digne, vers 600 mètres d'altitude, nous avons observé l'éclosion de quelques imagos à partir du 24 janvier 1957, pendant des journées ensoleillées précédées de chutes de pluie; cette date de prime apparition est retardée au cours des années où des températures trop basses se maintiennent alors, par temps sec, même pendant les périodes d'insolation.

Après éclosion, les imagos circulent en marchant parmi les feuilles mortes et les débris qui couvrent le sol. Ils sont difficiles à distinguer par suite de leur coloration foncière grise, assez homochrome avec celle de la couverture morte.

Tant qu'ils sont à l'ombre et à une température relativement basse, ils sont très calmes. Le vol provoqué par un dérangement est alors court

(3) Pussard (R.). — Biocénose de *Thomasiniana lavandulæ* Barnes (Dipt. *Cecidomyiidæ*). Note déposée sur le bureau de la *Société de Biologie, Paris*, le 12 mars 1957, *sous presse*.

(4) Nous regrettons vivement de n'avoir pu disposer au cours de ces études de moyens normaux d'observation, d'expérimentation et de travail de laboratoire car, faute de possibilités de vérification, plusieurs directions de travail intéressantes à explorer n'ont pu être abordées.

et la trajectoire semble dirigée plutôt vers des zones obscures que vers la lumière; dans la nature ils passent sur des plantes voisines ou reviennent immédiatement dans la même touffe. Les femelles, au repos sur les rameaux, se laissent tomber à terre quand on les touche, notamment aux tarses.

Le vol spontané est provoqué par l'élévation de température due aux radiations solaires. Les mâles s'envolent facilement et peuvent monter à quelques mètres de hauteur; les femelles plus lourdes volent moins bien.

Il était intéressant de chercher à préciser, dans certaines lavanderaies bas-alpines où, sur des pieds de lavandins âgés d'une dizaine d'années, nous avions pu compter au moins de 5.000 à 10.000 larves de *Thomasiniana lavandulae* par touffe, vers quelle date se produisaient les vols d'imagos les plus importants. En 1957, non seulement dans le département des Basses-Alpes, mais encore dans le Vaucluse, région de Sault-Aurel, et dans la Drôme, entre 500 et 800 mètres d'altitude, ce maximum d'éclosions s'est produit vers le 25 février et les premiers jours de mars. Nous avons constaté de grands écarts pour des altitudes supérieures à 1.000 mètres.

Pendant la durée du vol le plus dense, la température reste assez basse pendant la nuit, oscillant entre — 5° C. et + 5° C., mais s'élevant à + 15° C. et au-dessus en plein soleil.

On pouvait alors suivre facilement, à l'œil nu, le comportement de véritables essaims de Cécidomyies autour et à l'intérieur des touffes. Il est intéressant de remarquer que, dans la région de Digne et dans toutes les Alpes du Sud, d'importantes chutes de neige, atteignant par places 40 ou 50 centimètres d'épaisseur, avaient eu lieu le 22 février. A Digne et dans les environs immédiats, neige et pluie tombent pendant toute la soirée du 22 février et au matin du 23 quelques flocons de neige et du verglas couvrent encore les routes autour du chef-lieu bas-alpin. Néanmoins, dans l'après-midi du 23 février, par temps ensoleillé et chaud, faisant suite au gel matinal, nous avons pu observer une sortie importante d'imagos. Cette éclosion, après une nouvelle chute de pluie dans la nuit du 23 au 24 février, s'intensifia encore pour donner le vol massif du 25 février mentionné ci-dessus.

L'activité des imagos commence à se manifester, non pas avec le jour mais dès que le soleil a déterminé une élévation suffisante de la température après le froid de la nuit précédente. C'est ainsi que dans une lavanderaie qui reçoit les premiers rayons du soleil vers 8 heures du matin, nous constatons qu'à 9 heures l'activité des adultes en vol est intense autour des touffes et surtout à l'intérieur où le vol est calme, élégant et régulier, formant de véritables rondes autour des tiges principales. Le vol a lieu également par temps couvert et suffisamment chaud, entre les éclaircies ensoleillées, mais les imagos sont alors moins actifs et il est possible de les capturer facilement.

Après le coucher du soleil, lorsque les dernières radiations calorifiques font encore sentir leur action, on peut voir voler quelques Cécidomyies mais en nombre très réduit. Cette activité cessera complètement après la tombée de la nuit, vers 19 heures, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des touffes. En secouant les plantes, on peut alors faire choir les imagos qui, loin d'être engourdis, marchent à terre mais ne s'envolent plus. On notera d'ailleurs que les adultes de cette espèce, même dans des conditions favorables au vol, marchent très volontiers.

Toujours dans la même région et dans une plantation très attaquée située dans le fond d'une vallée où les rayons du soleil ne parviennent que vers 10 h. 30, nous avons pu voir les imagos complètement engourdis à 8 heures du matin. Alors que la gelée blanche couvre encore la terre, ils se tiennent soit dans le feuillage et sur les tiges, soit parmi les débris à la base des touffes; quand on secoue les plantes, ils tombent facilement, bougent à peine et peuvent être immédiatement capturés.

Comme conséquence de ces observations, on notera, en passant,

que toute méthode de surveillance des éclosions qui utilise, dans la nature, des cages à parois pleines coiffant les touffes de lavandes, ne peut donner une image réelle des vols du fait que ces abris interceptent à la fois l'eau atmosphérique et les radiations calorifiques.

Les vents étant fréquents sur les plateaux et dans certaines vallées où les lavandes sont cultivées, nous avons étudié leur influence sur le comportement des adultes de *Thomasiniana lavandulae*.

Ainsi le 24 février, par temps ensoleillé et chaud, des rafales de vent, suivies de périodes de calme, se succèdent pendant tout l'après-midi. On peut alors constater que le vol cesse complètement au moment des rafales, non pas seulement autour des touffes mais également à l'intérieur où aucune Cécidomyie n'est plus immédiatement visible. Dès que l'atmosphère redevient plus calme, le vol reprend pour cesser brusquement à l'arrivée d'une nouvelle rafale; dans ces conditions d'atmosphère troublée, le vol autour des touffes et le passage d'une plante à l'autre ont lieu au ras du sol à une hauteur ne dépassant pas 10 ou 15 centimètres. Lorsque l'air est fortement agité on voit très rarement des Cécidomyies s'élever au-dessus des touffes; celles qui sont ainsi surprises sont immédiatement emportées. On se rend compte aisément de l'importance de la direction des vents diurnes dominants à cette époque et des courants ascendants pour la dissémination des sexués de cette espèce.

Si le nombre des adultes en vol, s'élevant constamment à la hauteur des touffes était considérable dans la lavanderaie très attaquée située en fond de vallée et ne recevant les rayons du soleil qu'à 10 h. 30, c'est au calme de l'atmosphère en ce point qu'il faut attribuer la formation de ces véritables essaims malgré l'apparition tardive des radiations solaires.

On peut conclure de ces observations que le vent n'est pas favorable au vol de cette Cécidomyie, en particulier lorsque de nombreuses journées de vent doivent se succéder sans interruption à cette époque. C'est pour cette raison, sans doute, que sur le plateau de Valensole les lavanderaies abritées par des bois de chênes nous ont paru plus sévèrement attaquées que celles exposées au plein vent.

De l'ensemble de ces faits, nous déduirons que l'exposition à l'ubac ou à l'adret, en dehors de l'influence que peuvent avoir les températures moyennes de ces orientations, dont la différence s'accentue au fur et à mesure que l'on s'élève en altitude, va déterminer la durée du vol journalier, réduisant celle-ci à l'ubac d'un nombre d'heures égal à la différence entre les deux temps d'insolation; cela présente un intérêt particulier en février et mars, époque à laquelle les gelées nocturnes sont de règle dans les régions montagneuses. Les reliefs-écrans auront des influences comparables.

De même, pour des conditions semblables d'ensoleillement, on constate une nette différence entre les durées du vol journalier dans des lavanderaies situées sur pentes ou plateaux particulièrement ventés et dans les cultures réalisées dans des fonds de vallée abrités; dans le premier cas le vol est fragmenté, donc de durée réduite, dans le second il n'est interrompu que pendant la nuit.

La date de début du vol annuel est fonction, non seulement, pour des lieux différents, de l'altitude, de l'exposition donc des microclimats, mais encore, pour un même lieu, des caractéristiques météorologiques de l'année, c'est-à-dire de la rigueur de la température pendant la fin de l'automne et le début de l'hiver qui précèdent l'éclosion et des pluies ou fontes de neige qui se produisent ensuite.

En 1957, à une altitude moyenne, la sortie de terre des nymphes et l'éclosion des imagos se sont poursuivies jusqu'aux environs du 8 avril, date à laquelle nous n'avons pu récolter que quelques mâles et femelles. On notera qu'au moment où volent les derniers adultes les premières larves rouges commencent à descendre dans le sol. L'apparition des imagos s'étend donc au moins sur deux mois à cette altitude. Si le 14 avril

1957 nous ne trouvons plus d'imagos à 600 mètres d'altitude, nous constatons le même jour un vol relativement important vers 1.500 mètres, dans la haute vallée du Verdon.

L'importance numérique des maxima est évidemment fonction non seulement des facteurs climatiques, tels que température et humidité du sol, mais encore des facteurs biotiques tels que l'action des nombreux parasites et prédateurs dont nous avons déjà donné un premier aperçu (3).

Contrairement à ce qui se passe pour certaines espèces de Cécidomyies s'attaquant aux boutons floraux de Rosacées fruitières, il est impossible de situer ici la période des vols principaux par rapport à un stade phénologique des plantes-hôtes car, à cette époque, la végétation des lavandes est complètement arrêtée.

Au moment des éclosions, on constate que les deux sexes sont représentés par des nombres d'individus très voisins; c'est ainsi que 89 cocons prélevés au hasard aux environs de Digne, le 10 janvier 1957, nous ont donné 47 femelles et 42 mâles.

L'exercice du vol est nécessaire à la maturation des gonades et au dépôt de pontes normales.

L'accouplement très rapide a lieu peu de temps après l'éclosion et la longévité des adultes n'est que de quelques jours, 2 à 5 environ, les femelles vivant un peu plus longtemps que les mâles. Pendant toute la durée du vol, les imagos apparaissent donc par vagues successives. Si les femelles, en captivité, lèchent avec avidité les liquides sucrés qui leur sont offerts, dans la nature elles ne peuvent guère trouver, à cette époque, que des gouttelettes d'eau ou, par les fentes, le liquide qui couvre le parenchyme cortical sous le dernier feuillet du rhytidome. On notera, en passant, que les imagos semblent attirés par le feuillage et les rameaux vivants des lavandes car ils volent plus haut au-dessus des touffes renfermant de nombreuses branches mortes, comme pour les quitter.

Ils meurent facilement lorsque leurs ailes sont collées dans des gouttes d'eau et on observe parfois des femelles qui périssent prisonnières par leur ovipositeur coincé ou collé dans les fentes du rhytidome.

Dans nos élevages, où les conditions sont anormales, la ponte d'une femelle comprend de 50 à 100 œufs. Les pontes sont fréquemment déposées autour des plaques de nécrose antérieures.

Étant donné l'importance des dégâts occasionnés par la Cécidomyie des lavandes, cette première contribution à la connaissance des mœurs des imagos permettra de mieux comprendre l'évolution des dépérissements en fonction de certains facteurs climatiques et d'orienter l'application des méthodes de lutte.

(*I. N. R. A.*)

RÔLE DES SUBSTANCES PECTIQUES DANS LE MAINTIEN DE LA FERMETÉ DES ABRICOTS PASTEURISÉS

par **J.-L. Joux** (1)

(*Note présentée par* **M. Lavollay**)

L'insuffisance de fermeté, de « tenue », de certaines variétés d'abricots cultivées en France entrave le développement de leur industrialisation sous forme de conserves appertisées. Ce manque de fermeté est sensible surtout pour la variété « Rouge du Roussillon » très répandue dans la

(1) Institut Appert, service de recherches, 44, rue d'Alésia, Paris, et Conservatoire National des Arts et Métiers, laboratoire de chimie agricole et biologique, Pr J. Lavollay.

principale région productrice, le département des Pyrénées-Orientales (1, 2, 3, 4, 5).

On a songé, il y a quelques années, à appliquer aux abricots le traitement par les sels de calcium fréquemment utilisé, surtout aux États-Unis où la législation l'autorise pour l'affermissement des tomates (6, 7), des pommes (8, 9, 10) et de bien d'autres produits conservés par différentes méthodes. Mais les essais entrepris en 1948 par l'Institut Appert sur le « Rouge du Roussillon » n'ont pas fourni les résultats escomptés (11).

L'intérêt économique que présente ce problème justifiait d'entreprendre une étude approfondie des facteurs influençant la fermeté des abricots appertisés (*). L'objet de cette note est de présenter les résultats obtenus au cours de cette étude. Des notes publiées ultérieurement seront consacrées aux méthodes employées pour cette recherche et à la description d'essais industriels d'affermissement effectués pendant la campagne 1956.

1° Influence des matières pectiques sur la fermeté des abricots pasteurisés

Il est démontré que la fermeté des fruits est en relation avec les matières pectiques qu'ils renferment (6, 7, 10). On peut, à cet égard, classer ces substances en plusieurs catégories, selon leurs caractères de solubilité :

La protopectine. — C'est le constituant fondamental insoluble des « lamelles moyennes » intercellulaires qui jouent, dans les tissus des fruits, le rôle de ciment des cellules et qui assurent leur cohésion (12, 13, 14, 15). La nature chimique de la protopectine est mal connue. Elle serait constituée par des chaînes d'acide polygalacturonique plus ou moins estérifiées par le méthanol. Elle devrait son insolubilité (16) soit à une éventuelle liaison avec la cellulose (17) ou les hémicelluloses (18) ou même avec les matières protéiques (19), soit à la présence dans sa molécule de calcium et de magnésium (20), soit encore à sa masse moléculaire particulièrement élevée (16).

Nous avons pu préciser la relation qui existe entre la « tenue » et la teneur en protopectine des abricots appertisés pour deux variétés : le « Précoce de Boulbon » et le « Rouge du Roussillon ». Elle est illustrée par les Figures 1 et 2.

Pectines riches en méthoxyles. — Ces composés pseudo-solubles dans l'eau résultent de la dégradation de la protopectine sous l'influence des acides dilués ou des enzymes (pectinase et pectine-dépolymérase). Du fait de leur solubilité, ils ne contribuent pas directement à la fermeté des tissus.

Pectines pauvres en méthoxyles. — Elles résultent de l'élimination des groupements méthyles des pectines. Dans les tissus végétaux, cette hydrolyse est catalysée par un enzyme, la pectase.

Ces composés sont susceptibles de former des gels rigides en présence de cations polyvalents, calcium en particulier. Il en résulte un affermissement des tissus. C'est sur ce mécanisme de floculation qu'est basé le procédé d'affermissement par les sels de calcium (6, 7, 8, 10, 21, 22, 23).

Nous avons constaté que les abricots étaient pauvres à la fois en pectase et en pectines faiblement estérifiées, ce qui explique pourquoi

(*) Cette étude, effectuée au laboratoire de l'Institut Appert a constitué la matière d'une thèse d'ingénieur C. N. A. M., soutenue le 30 juin 1956 au Conservatoire National des Arts et Métiers sous la présidence de M. le Pr Lavollay.

Relation entre la « tenue » et la teneur en protopectine des abricots appertisés.

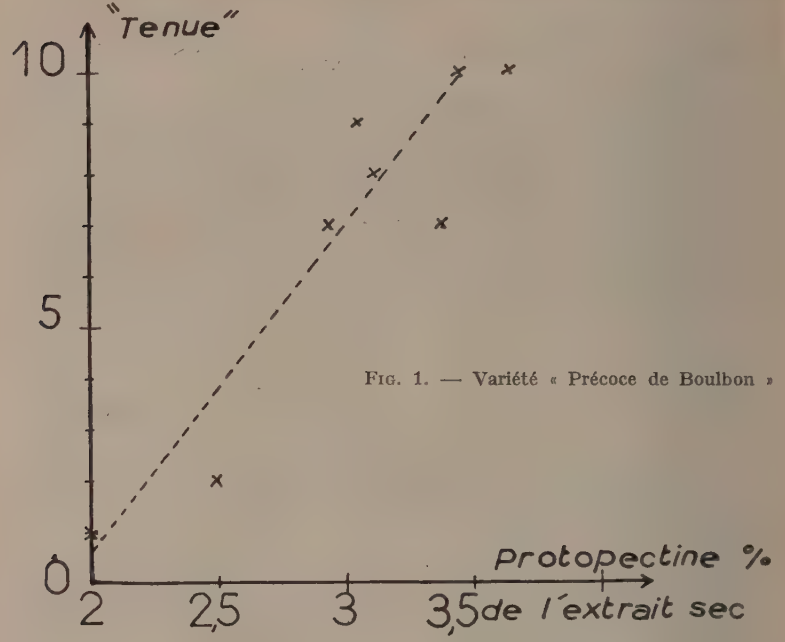

Fig. 1. — Variété « Précoce de Boulbon »

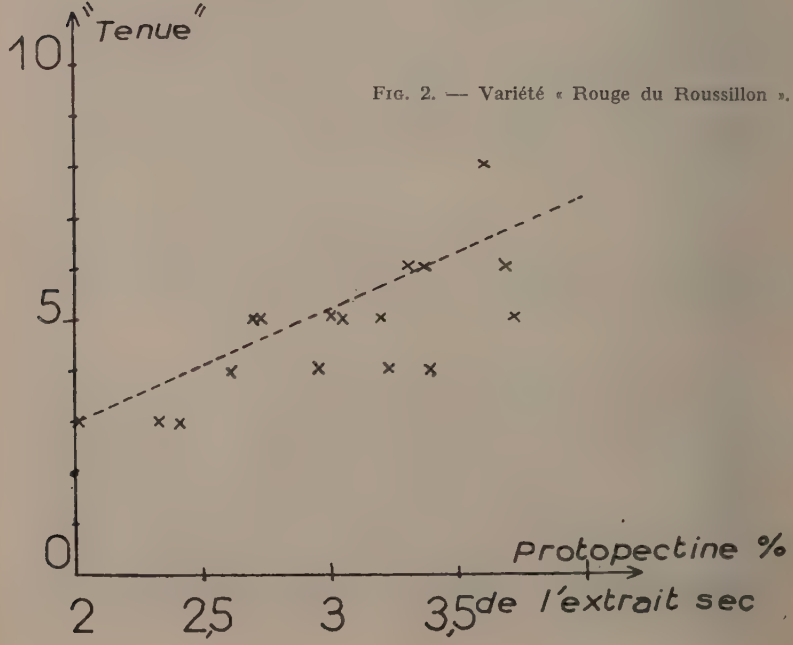

Fig. 2. — Variété « Rouge du Roussillon ».

TABLEAU I

MATIÈRES PECTIQUES DES ABRICOTS DE LA VARIÉTÉ « ROYAL » A TROIS DIFFÉRENTS ÉTATS DE MATURITÉ

MATURITÉ	MATIÈRES PECTIQUES (en acide polygalacturonique)							
	% de la matière fraîche			% de la matière sèche			% des mat. pect. totales	
	pectines totales (*a*)	proto-pectine	total	pectines totales (*a*)	proto-pectine	total	pectines totales (*a*)	proto-pectine
Fruits verts très fermes, 18 *a*	0,064	0,891	0,955	0,61	8,48	9,09	6,8	93,2
Fruits peu mûrs « tournants », 18 *b*	0,234	0,714	0,948	2,03	6,21	8,24	24,7	75,3
Fruits très mûrs, 18 *c*	0,432	0,487	0,919	3,00	3,38	6,38	46,8	53,2

TABLEAU II

MATIÈRES PECTIQUES DE QUELQUES ÉCHANTILLONS D'ABRICOTS

N° DES LOTS ET VARIÉTÉS	Note (*a*).	Les pectines totales représentent la somme des pectines riches et des pectines pauvres en méthoxyles						
Précoce Boulbon n° 9 peu mûr	0,112	0,602	0,714	0,92	4,93	5,85	15,7	84,3
Précoce Boulbon, n° 10 « tournant »	0,160	0,426	0,586	1,32	3,52	4,84	26,7	73,3
Rouge du Roussillon, n° 11, mûr	0,532	0,455	0,987	3,62	3,09	6,71	53,9	46,1
Rouge du Roussillon, n° 12, mûr	0,474	0,464	0,938	3,13	3,07	6,20	50,5	49,5
Rouge du Roussillon, n° 13 *a* mûr	0,410	0,419	0,829	3,02	3,08	6,10	49,5	50,5
Rouge du Roussillon « tournant », n° 13 *b*	0,368	0,564	0,932	3,02	4,62	7,64	39,5	60,5
Luizet n° 14, mûr	0,509	0,557	1,066	3,58	3,86	7,39	47,7	52,3
Luizet n° 15, très mûr	0,464	0,403	0,867	3,03	2,63	5,66	53,5	46,5

le procédé classique d' « affermissement au calcium » se révèle inefficace pour ces fruits.

Ces premiers résultats ont pour conséquence que, seule, la protopectine présente un intérêt immédiat pour le maintien de la fermeté des abricots pasteurisés.

2° Facteurs influençant la teneur en protopectine des abricots pasteurisés

a) *Variétés et état de maturité des fruits mis en œuvre.* — La teneur en protopectine, pour une variété donnée s'abaisse progressivement au cours de la maturation. Le Tableau I illustre cette variation pour des abricots de la variété « Royal » récoltés le même jour sur le même arbre. De même, les chiffres concernant les lots 13 *a* et 13 *b* mettent en relief cette variation pour le « Rouge du Roussillon ».

La teneur en protopectine dépend aussi de la variété, mais les comparaisons, pour être valables, doivent être effectuées à un état de maturité qu'il est impossible de définir avec rigueur (27). Cependant, avec cette réserve des différences peuvent être relevées dans quelques cas (Tabl. I et II). C'est ainsi, par exemple, que le « Royal » est plus riche en protopectine (par rapport à la matière fraîche) que le « Rouge du Roussillon » et ce dernier que le « Précoce de Boulbon » si l'on compare ces variétés au stade « tournant » (lots n^{os} 10 et 13 *b*, Tabl. II; lot n° 18 *b*, Tabl. I). Si l'on examine les proportions relatives des deux fractions par rapport aux matières pectiques totales, c'est le « Rouge » qui est le plus pauvre et plusieurs analyses effectuées, particulièrement sur des lots de « Rouge » et de « Précoce » de maturités comparables, ont montré que le « Rouge » renfermait toujours une proportion plus faible de protopectine (par rapport aux matières pectiques totales).

b) *Influence de la température et des enzymes pectolytiques sur la dégradation de la protopectine.* — Les actions de la température et de la pectine-dépolymérase (préparée à partir de la tomate) sur la protopectine ont été étudiées, tout d'abord séparément, sur des échantillons de protopectine isolée des abricots. La dégradation « thermique » ne se poursuit à une vitesse sensible qu'au-dessus de 80-85° C dans des conditions de pH et de temps voisines de celles qui sont réalisées pendant la pasteurisation. De plus, pendant cette dégradation, la transformation de la protopectine en pectine se fait sans pertes de matières pectiques totales (insolubles dans l'alcool à 70 %). Par contre, la dégradation enzymatique de la protopectine est sensible dès la température ordinaire et s'accompagne d'une perte de matières pectiques totales au profit d'uronides de faibles poids moléculaires, solubles dans l'alcool à 70 p. 100. Le pH optimum de cet enzyme se situe à la valeur 4,0. Sa température optimum dépend considérablement de la composition du milieu, la présence de NaCl, en particulier, augmente considérablement sa résistance à la température, les autres conditions restant identiques. Cette observation explique la divergence des résultats trouvés dans la littérature à ce sujet (16, 24, 25, 26).

Les variations des matières pectiques en fonction de la température ont ensuite été observées directement sur les abricots broyés. Dans certains cas, la solubilisation de la protopectine en pectine, apparaît comme le résultat de l'élévation de température seule, sans intervention des enzymes. Elle ne se manifeste, en effet, qu'au-dessus de 80° C et s'effectue sans pertes de matières pectiques totales. Dans d'autres cas, elle a été attribuée à la superposition de la dégradation thermique et de la dégradation enzymatique, l'action de la « dépolymérase » des abricots

étant comparable à celle de la dépolymérase de la tomate (16, 24, 25) et provoquant une perte de matières pectiques totales avec un maximum à 90° C.

L'activité de cet enzyme dépend de la variété. Ainsi le « Rouge du Roussillon » était la variété dans laquelle cette activité était la plus grande parmi les variétés étudiées. Elle dépend aussi de l'état de maturité. Elle est élevée dans les fruits verts et disparaît progressivement au cours de la maturation.

c) *Influence de la durée de chauffage.* — Les dégradations thermiques et enzymatiques de la protopectine se poursuivent régulièrement en fonction du temps à une vitesse qui correspond approximativement à une réaction du premier ordre.

d) *Influence des sels de calcium.* — Contrairement à ce qui se produit pour d'autres fruits, comme les tomates, pour lesquels l'affermissement par le calcium a été attribué à la floculation des composés pectiques pauvres en méthoxyles, l'absence de tels composés dans les abricots empêche ce mécanisme de jouer.

Cependant, les sels de calcium ne sont pas sans effet sur les matières pectiques des abricots et, sous certaines conditions, sur leur « tenue ».

Nous avons constaté que l'addition de sels de calcium aux abricots (sous forme de Cl_2Ca, à la concentration 0,03 M.) ralentissait notablement, et la dégradation « thermique », sans toutefois reculer le seuil de température à partir duquel cette dégradation se manifeste, et la dégradation enzymatique en supprimant, en particulier, le maximum de pertes de matières pectiques totales à 90° C.

En ce qui concerne les concentrations à employer pratiquement pour l'appertisation, nous avons trouvé que des apports de calcium supérieurs à la concentration 0,015 M. (soit 1,7 p. 1.000 en Cl_2Ca) n'ame naientaucune amélioration supplémentaire de la « tenue ». Cette quantité est à rapprocher de la dose maxima autorisée aux États-Unis pour l'affermissement des tomates : 0,006 M. (soit 0,7 p. 1.000 en Cl_2Ca).

Par ailleurs, nous avons constaté que l'addition de petites quantités de Cl_2Ca aux conserves d'abricots empêchait la peau de se rider et de se détacher de la pulpe.

3° Influence de l'addition de pectase sur la fermeté des abricots pasteurisés

Plusieurs chercheurs ont examiné les possibilités d'application de la pectase pour augmenter la réactivité des pectines riches en méthoxyles à l'égard du calcium (9, 28, 29). Mais le procédé se heurte à de nombreuses difficultés et n'a pas apporté jusqu'à présent de résultats encourageants. Nos propres essais n'ont pas permis d'améliorer sensiblement la « tenue ».

La comparaison des courbes de dégradation de la protopectine en fonction du temps dans des abricots additionnés ou non de pectase nous a fait attribuer cet échec à l'effet activateur de la pectase sur la dépolymérase. La dépolymérase agit, en effet, d'autant plus rapidement sur un substrat de pectine que ce substrat est moins estérifié (16, 24, 25, 30).

4° Conséquences pratiques de cette étude

Cette étude nous a permis de fixer les conditions de mise en conserve compatibles à la fois avec une « tenue » satisfaisante et avec la stabilité chimique et bactériologique du produit. Ces conditions seraient :

a) *Température de chauffage* ne dépassant pas 85° C en aucun point de la pulpe.

b) *Addition de sels de calcium.*

c) *Durée de chauffage la plus courte possible.* — Elle devra être calculée de manière à assurer la stabilité du produit et l'inactivation des enzymes. L'expérience montre que c'est l'inactivation des enzymes qui est la plus difficile à obtenir (31). Elle réclame quarante secondes à 83° C et plus de une minute à 75 ° C (32). Il semble que, pour garder la marge de sécurité indispensable, il soit nécessaire de maintenir au centre des boîtes une température de 80° C pendant au moins une minute.

d) *Utilisation de fruits de maturité appropriée.* En procédant à l'appertisation dans les conditions qui viennent d'être indiquées, la « tenue » ne dépendra plus guère que de la protopectine des fruits frais. Aussi est-il recommandé pour des variétés pauvres en protopectine comme le « Rouge du Roussillon » de ne pas dépasser le stade « tournant ». Par contre, ces conditions permettent de traiter des variétés riches en protopectine comme le « Précoce de Boulbon » à un stade de maturité avancée.

Ces conditions ont été appliquées à la préparation de conserves d'abricots « au naturel », le « jutage » étant effectué avec une solution bouillante de Cl_2Ca à 3 p. 1.000 et la stérilisation étant réalisée dans un bain d'eau à 85° C. Les résultats ont été comparés avec ceux obtenus en stérilisant dans un bain d'eau à 100° C et en « jutant » avec de l'eau distillée bouillante. L'amélioration de la « tenue » était particulièrement sensible avec le « Précoce de Boulbon ». Ce résultat peut être expliqué par sa teneur initiale en protopectine élevée et par l'allure particulière de sa courbe de « tenue » en fonction de la teneur en protopectine (Fig. 1.) Cette courbe montre que la « tenue » du « Précoce » sera, selon la teneur en protopectine et presque sans transition, ou très bonne ou très mauvaise. Pour le « Rouge » au contraire (Fig. 2) l'amélioration de la « tenue » due à l'augmentation de la teneur en protopectine est plus progressive et, par suite, l'amélioration de la fermeté moins importante.

Résumé

Il a été montré que, parmi les trois fractions de matières pectiques : pectines pauvres en méthoxyles, pectines riches en méthoxyles et protopectine, seule la protopectine avait une influence directe et significative sur la fermeté des abricots appertisés. Différents facteurs affectant la teneur en protopectine des abricots appertisés ont été étudiés. Ces facteurs sont : la teneur initiale en protopectine des fruits mis en œuvre, la température et la durée de chauffage, les enzymes pectolytiques et la concentration des sels de calcium. Les conséquences pratiques de cette étude ont été tirées et appliquées à des essais d'appertisation d'abricots au laboratoire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Delmas. — *Fruits*, 1952, **7**, 261 et 1952, **7**, 311.
(2) Got. — L'abricotier, culture en Roussillon. Chez l'auteur, avenue du Général-de-Gaulle, Perpignan (Pyrénées-Orientales).
(3) Moiset. — Coopérative fruitière du Foulon, Perpignan (Pyrénées-Orientales). Communication privée, 1956.
(4) Navellier (Mme). — *Fruits*, 1951, **6**, 338; *Fruits*, 1951, **6**, 377; *Fruits*, 1951, **6**, 483.
(5) « Fruits de France » : documentation illustrée n° 63, mars 1952, p. 13 : L'abricot.
(6) Kertesz. — *The Canner*, 1939, **88**, 26.

(7) Kertesz, Tolman, Loconti et Ruyle. — *N. Y. State agr. exp. stat. techn. bull.*, 1940, n° 252.
(8) Holzats et Kertesz. — *Fruits Products J.*, 1948, **28**, 37.
(9) Hills, Nevin et Heller. — *Fruits Products J.*, 1947, **26**, 356.
(10) Baker. — *Fruits Products J.*, 1947, **26**, 197.
(11) Durocher et Roskis. — *Officiel de la Conserve*, 1949, **14**, 25.
(12) Fremy. — *J. pharm. et chim.*, 1859, **35**, 81.
(13) Maugin. — *C. R.*, 1888, **107**, 144; 1889, **109**, 579; 1890, **110**, 295; 1890, **111**, 120; 1891, **113**, 1069; 1893, **116**, 653.
(14) McCready et Reeve. — *Agr. Food. Chem.*, 1955, **3**, 260.
(15) Wood, Gold et Rawlins. — *Am. J. Botany*, 1952, **39**, 132.
(16) Kertesz. — The pectic substances. Intersc. publis. inc. N. Y. London, 1951.
(17) Sucharipa. — *J. am. chem. Soc.*, 1924, **46**, 145.
(18) Speiser. — *J. Polym. sci.*, 1946, **3**, vol. 2, 281.
(19) Dauphiné. — *C. R.*, 1933, **196**, 1738; 1934, **199**, 307.
(20) Deuel, Solms et Altermatt. — Viertelj ihrschr. Naturforsch. Ges. Zürich, **98**, 49-86 (1953).
(21) Greenleaf. — *The Canner*, 1940, **91**, 11.
(22) Siegel. — *The Canner*, 1939, **90**, 12.
(23) Bettelheim et Sterling. — *Food Research*, 1955, **20**, 71; 1955, **20**, 118 et 1955, **20**, 130.
(24) McColloch et Kertesz. — *Food technol.*, 1949, **3**, 94.
(25) McColloch et Kertesz. — *Arch. Biochem.*, 1948, **17**, 197.
(26) Pilnik et Rotschild. — *Bull. Research Council Israël*, 1954, **4**, 1, 63.
(27) Patron, Swinzow et Michel. — Étude sur la maturation de l'abricot, *sous presse*.
(28) Hills. — *U. S. pat.*, **2**, 534, 263, 19 décembre 1940.
(29) Mehlitz et Ballschmeiter. — Festschr. 50 Wiederkehr Verleg. höheren Gärtnerlehranstalt Wildpark (1821-1903) nach Dahlem (1903-1953) 1953, 24 pp. — Tech. Univ. Berlin-Charlottenburg.
(30) Jansen et McDonnell. — *Arch. Biochem.*, 1945, **8**, 97.
(31) Patron. — L'appertisation des oreillons d'abricots « au naturel », sous presse.
(32) Dimick, Ponting et Makower. — *Food technol.* 1951, **41** 287.

M. Désiré Leroux. — M. Lavollay a parlé d'un apport de chlorure de calcium. J'aimerais savoir quelle est la réaction du milieu après cet apport. Celle-ci a-t-elle été déterminée?

M. Lavollay. — Je n'ai pas cru devoir insister, dans la présentation de cette Note sur les aspects trop techniques du problème.

En réalité, l'action des ions calcium sur les substances pectiques de l'abricot, telle qu'elle est envisagée par l'auteur, est une action tout à fait différente de celle qui est mise en cause dans le maintien de la fermeté de la tomate en conserve. Et, comme je l'ai signalé tout à l'heure, les tentatives d'application à l'abricot du procédé valable pour la tomate avaient abouti à des résultats négatifs.

Dans le cas de la tomate, le maintien de la fermeté qui résulte d'une petite addition d'ions calcium est attribué à la formation de pectates de calcium floculés aux dépens des matières pectiques pauvres en méthoxyles qui sont relativement abondantes dans ce fruit.

Dans le cas de l'abricot, le maintien de la fermeté dépend du respect de l'intégrité des protopectines. M. Joux a montré que les ions calcium, en petite quantité, exercent un effet inhibiteur sur la dégradation des protopectines par des facteurs pectolytiques présents dans le fruit (dépolymérases).

Il ne s'agit donc pas ici de réaliser la floculation d'un gel de pectate de calcium, mais d'empêcher le phénomène pectolytique qui apparaît comme un phénomène de dépolymérisation — enzymatique et thermique — de la molécule initiale de protopectine.

L'ÉQUIPEMENT FRIGORIFIQUE DE LA FRANCE MÉTROPOLITAINE

M. A. Blanc. — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une note de M. Anquez, Ingénieur en chef du Génie rural, chef de la Section technique du Froid au Ministère de l'Agriculture, sur « l'équipement frigorifique de la France métropolitaine ».

Cette note, riche de substance, fait le point en matière d'un équipement pour lequel, depuis dix ans, la Section technique du Froid, actuellement dirigée par M. Anquez, a fait un excellent travail.

Note de **M. Anquez**

Introduction

C'est au lendemain de la libération qu'est apparue la nécessité d'une planification en matière d'équipement frigorifique. Jusque-là, en effet, les installations frigorifiques du pays avaient été implantées en fonction de leur rentabilité immédiate, qui ne correspondait pas forcément avec leur utilité pour l'économie du pays. C'est aussi à cette époque que le Ministère de l'Agriculture a été investi d'une autorité de tutelle sur l'ensemble de l'équipement frigorifique dans le domaine agricole et alimentaire. Par une politique d'investissements, il a été possible d'orienter les réalisations nouvelles, en accordant des prêts, à caractéristiques intéressantes, pour les installations frigorifiques qui venaient utilement compléter ou renforcer la « chaîne du froid » de notre pays.

Il n'est pas inutile, après une dizaine d'années d'efforts, d'essayer de dresser un bilan de cette action, pour s'efforcer de juger de l'efficacité de cette politique continue, qui s'est concrétisée, sur le plan financier, par l'octroi de sept milliards de prêts, correspondant à environ 12 milliards de travaux nouveaux ou de modernisations.

L'équipement frigorifique français, dans le domaine agricole et alimentaire, s'articule en cinq grands secteurs : équipement frigorifique polyvalent (entrepôts publics et fabriques de glace); équipement frigorifique spécialisé, pour la viande, les produits laitiers, les fruits et légumes, les œufs et volailles, le vin; équipement frigorifique de la distribution; équipement frigorifique des consommateurs; et, pour relier ces différents maillons fixes de la chaîne du froid, équipement frigorifique en matière de transports. En conclusion, il sera intéressant d'insister spécialement sur les lacunes de notre équipement, en suggérant les remèdes qui seraient de nature à faire disparaître ces insuffisances.

L'équipement frigorifique polyvalent

Les entrepôts frigorifiques publics. — La France compte actuellement environ 140 entrepôts frigorifiques publics ou semi-publics, où l'on conserve des denrées pour le compte de tiers. La capacité de ces installations est aujourd'hui de l'ordre de 670.000 mètres cubes, au lieu de 550.000 mètres cubes en 1939, ce qui représente une progression de l'ordre de 20 p. 100 environ. Les constructions nouvelles, soit créations, soit extensions importantes, ont été réalisées de préférence dans les régions de production, quelquefois en annexe à des abattoirs publics.

De nombreuses modernisations ont été entreprises, afin d'améliorer les conditions d'exploitation et le rendement des installations; en particulier, le volume de chambres froides adaptées à la conservation à basse température (en dessous de — 15° C) a été sensiblement augmenté, puisqu'il atteint aujourd'hui 390.000 mètres cubes, soit 57 p. 100 du volume total des chambres froides.

En même temps que la capacité des entrepôts frigorifiques augmentait, leur *coefficient d'utilisation* s'améliorait lentement, signe d'une industrie en expansion, améliorant en outre sa productivité. Vers 1950, le coefficient moyen d'utilisation des entrepôts était de l'ordre de 33 p. 100. Il atteint aujourd'hui 50 p. 100 en moyenne; là encore le trafic concernant les denrées congelées s'est accru plus vite que celui des denrées réfrigérées : entre 1951 et 1956, le coefficient d'utilisation pour les denrées congelées, est passé de 30 à 55 p. 100, alors que celui des denrées réfrigérées n'a progressé que de 35 à 45 p. 100. Il est à noter d'ailleurs que l'entreposage frigorifique est plus prospère dans certaines régions : à Paris et en banlieue, par exemple, le coefficient moyen d'utilisation dépasse 70 p. 100.

Les fabriques de glace. — Une enquête récente vient d'être lancée pour connaître la capacité globale de production des fabriques de glace françaises. Des résultats, encore incomplets, qui nous sont parvenus, on peut déduire que la capacité globale de production de ces installations est de l'ordre de 13.000 tonnes par jour (au lieu de 10.000 en 1939); cette capacité est sensiblement constante depuis cinq ans, mais l'on note une certaine modification de la structure de cette industrie : si, dans deux secteurs bien déterminés, celui du transport (glaçage des wagons et des camions) et de la pêche (glaçage du poisson à bord des chalutiers et pour le mareyage), la capacité des usines est en progression assez rapide, par contre, un bon nombre de fabriques de glace, de format moyen ou petit surtout, ont dû fermer leurs portes depuis quelques années, par suite du développement des appareils autonomes, ménagers ou commerciaux. Dans l'ensemble, le tonnage de glace produit dépasse 1.000.000 de tonnes, ce qui correspond à environ 90 jours de pleine production; cette situation, qui caractérise une industrie par essence saisonnière, ne s'est guère améliorée depuis quelques années; mais là aussi, on note de sérieuses différences d'une région à l'autre : dans le Morbihan par exemple, la production (72.000 t.) représente environ 235 jours de production, alors qu'elle atteint à peine 73 jours dans la Seine (200.000 t. environ).

L'équipement frigorifique spécialisé

Secteur « viande ». — Un effort considérable reste à faire dans ce domaine, car 12 p. 100 seulement des abattoirs publics français sont dotés d'un frigorifique. Certes, depuis quelques années, tous les abattoirs nouveaux mis en service, une quarantaine environ, sont convenablement équipés; mais, sur 1.450 abattoirs publics, 160 seulement sont munis de chambres froides, représentant un volume de 120.000 mètres cubes environ. C'est dire l'importance de la lacune qui reste à combler.

Dans les abattoirs industriels, la situation est nettement meilleure. Presque tous possèdent un équipement frigorifique satisfaisant : 115 installations récemment inventoriées ont, au total, 75.000 mètres cubes de chambres froides. De même dans les établissements industriels de transformation de viande, le volume des locaux refroidis pour les besoins de cette industrie atteint 50.000 mètres cubes.

Le fait marquant, dans ce secteur, est certainement le développement de l'équipement pour la congélation rapide. Pratiquement inexistantes à la veille de la dernière guerre, un certain nombre d'installations ont été créées pendant les hostilités et l'occupation; après la libération,

cette technique a connu un nouvel essor, à l'occasion des différents plans de congélation, notamment pour les besoins de la S. I. B. E. V. Actuellement, la capacité de ces « tunnels » de congélation rapide, qui existent dans les entrepôts publics, les abattoirs industriels et dans quelques abattoirs publics, est de l'ordre de 500 tonnes par jour.

Une expérience intéressante, dans le secteur viande, qui met en œuvre une « chaîne du froid » ininterrompue, est celle de la viande fraîche conditionnée sous pellicule cellulosique. Après ressuage en chambre froide, la viande est découpée et emballée dans une salle climatisée à + 6, + 10° C, maintenue en chambre froide à 0° C avant expédition, transportée en véhicule frigorifique à + 4° C, remise au magasin de vente en chambre froide ou en vitrine réfrigérée à 0° C. Si cette technique ne s'est pas développée comme les promoteurs du système l'avaient espéré, elle a néanmoins conquis droit de cité parmi les systèmes de distribution de la viande.

Secteurs « produits laitiers ». — Le lait n'est pas encore refroidi couramment à la ferme. Des progrès certains ont cependant été réalisés dans ce domaine au cours des dernières années. On estime que plus de 10.000 « tourniquets hydrauliques », utilisant l'eau fraîche, ont été mis en service, de même que 2.000 appareils à ruissellement, où le refroidissement est également obtenu par de l'eau fraîche. De plus, on compte plus de 1.000 installations équipées de groupes frigorifiques, le refroidissement étant obtenu avec de l'eau glacée, soit par ruissellement, soit par immersion, soit par aspersion. Une dernière méthode, qui semble vouloir se développer actuellement, consiste à congeler une partie du lait (20 à 30 p. 100), ce lait congelé étant utilisé pour le refroidissement de la traite suivante.

L'équipement est par contre satisfaisant dans les centrales laitières, les beurreries et les fromageries. Toutes les centrales laitières qui livrent pour la plupart du lait pasteurisé en bouteilles ont des installations frigorifiques convenables. La capacité d'embouteillage est passée de 60.000 litres par heure en 1939 à plus de 500.000 aujourd'hui; corrélativement, plus de 40.000 mètres cubes de chambres froides ont été installées pour le stockage du lait en bouteilles en attente de livraison. Toutes les beurreries créées ou modernisées au cours des dernières années ont une installation frigorifique à usages multiples : réglage de la température de la crème avant barattage, raffermissement du beurre, conservation à court et, éventuellement, à long terme. En matière de fromagerie, le développement de l'équipement frigorifique a été très remarquable; le volume des locaux refroidis pour l'affinage des fromages, qui atteignait 70.000 mètres cubes environ en 1939, est aujourd'hui de près de 400.000 mètres cubes.

Secteurs « fruits et légumes ». — L'équipement spécialisé, en la matière, n'existait pratiquement pas avant la guerre. Depuis, un effort important a été entrepris, aussi bien pour la préréfrigération des fruits et légumes fragiles que pour la conservation à long terme des poires et des pommes.

Il existe aujourd'hui, dans 60 stations fruitières frigorifiques, plus de 100.000 mètres cubes de chambres froides, sans compter les installations de moins de 300 mètres cubes, qui sont de plus en plus répandues, notamment chez les producteurs de fruits à pépins. De plus, un bon nombre d'entrepôts publics ont plus ou moins étroitement spécialisé des chambres froides pour l'entreposage des fruits. La capacité de préréfrigération, dans les stations fruitières et les gares frigorifiques d'expédition de la vallée du Rhône et du Roussillon, est passée de 250 tonnes par jour en 1946 à 1.500 tonnes par jour en 1952; depuis la progression est pratiquement arrêtée, parce que la vitesse des transports et l'amélioration technique des wagons réfrigérants tendent à limiter l'intérêt de la préréfrigération, au moins pour le marché intérieur.

Dans le même secteur des fruits et légumes, on peut ranger les hangars conditionnés pour la réception des bananes, dans les ports (60.000 m³ environ), de même que les halls climatisés, construits également dans les ports, pour la réception des agrumes et primeurs d'outre-mer (80.000 m³ de locaux climatisés).

Autres secteurs. — La conservation des œufs en coquille par le froid diminue actuellement d'année en année, par suite d'une part de l'étalement de la production française et d'autre part des importations massives d'œufs étrangers en automne et en hiver; on estime actuellement à 20.000 mètres cubes le volume des chambres froides spécialement réservées à la conservation des œufs en coquilles. Par contre, la congélation des œufs en bidons progresse rapidement : elle a pratiquement doublé en quelques années, passant de 4.000 à 8.000 tonnes de 1953 à 1956.

De même, la congélation des volailles connaît actuellement un réel succès, qui sera sans doute amplifié lorsque des abattoirs spécialisés à volailles seront construits dans les régions de production : déjà 4 ou 5 établissements ont été installés, en annexe ou non d'entrepôts frigorifiques.

Le froid est aussi utilisé en vinification : une centaine de caves coopératives ont installé un équipement de stabilisation du vin; la technique consiste à faire passer le vin dans un échangeur à basse température, de l'ordre de — 5° C., et à le faire séjourner à la même température dans des cuves isothermes, pendant une huitaine de jours, afin de faire déposer le tartre. A plus basse température, — 8° C. environ, on procède à une concentration partielle des vins pour en augmenter le degré.

L'équipement frigorifique a la distribution

Le commerce de gros et de détail s'est considérablement équipé depuis la libération. L'évolution des dernières années a surtout été marquée par le développement des vitrines réfrigérées, jusqu'ici peu répandues : la cadence de production actuelle oscille entre 5 et 10.000 unités par an.

La fabrication des groupes commerciaux s'est ressentie de cette demande sans cesse croissante : on met en service chaque année, depuis 1955, 40 à 50.000 groupes commerciaux, pour le remplacement du matériel vétuste et l'équipement de nouveaux points de vente. En 1939, on installait environ 2.000 unités par an.

L'équipement frigorifique a la consommation

Dans ce domaine également, l'équipement frigorifique a connu un essor très rapide, notamment au cours des toutes dernières années : 200.000 réfrigérateurs ménagers ont été mis en service en 1953 et 1954, 280.000 en 1955 et 350.000 en 1956. Actuellement on compte environ 1.800.000 foyers équipés d'un appareil frigorifique ménager, soit à peu près 12 p. 100 des ménages. Si les progrès ont été rapides, ce chiffre montre cependant que le marché est loin d'être saturé.

Les transports

Le transport par fer a longtemps joui d'une sorte de monopole de fait. Dès 1935, le parc de wagons isothermes et réfrigérants était de 3.000 unités environ; mais des destructions nombreuses sont survenues au cours des hostilités. Actuellement, le parc est plus que reconstitué

puisque nous disposons d'à peu près 4.200 wagons, surtout réfrigérants, pour les transports sous régime de froid. Ce parc devra être renforcé à brève échéance, car les besoins augmentent très rapidement.

C'est d'ailleurs ce qui explique — en partie du moins — le développement des transports frigorifiques par route. A peu près inexistants en 1939, le nombre des camions isothermes, réfrigérants ou frigorifiques a cru rapidement depuis 1947, d'une façon tout d'abord anarchique, puis de manière rationnelle depuis que l'arrêté interministériel du 10 décembre 1952 a fixé des normes précises pour la construction de ces véhicules. Nous avons aujourd'hui presque 1.000 camions ou semi-remorques convenablement équipés.

Enfin, notre flotte frigorifique, très éprouvée par la guerre, est aujourd'hui plus que reconstituée, en unités plus rapides qu'en 1939. La flotte actuelle a une capacité de près de 300.000 mètres cubes, une bonne moitié (160.000 m^3) étant constituée par des bananiers.

Conclusions

Ce rapide compte rendu d'ensemble démontre que la planification décidée depuis une dizaine d'années a eu d'heureux résultats. Cependant, comme toute œuvre humaine, ce tableau présente quelques ombres; il importe maintenant de parfaire cette œuvre, notamment pour le refroidissement du lait à la production et pour l'équipement des abattoirs publics.

Le refroidissement du lait à la production ne pose guère de problèmes techniques : nous avons à notre disposition un arsenal complet de moyens permettant de parvenir au but recherché. Encore faudrait-il que des normes soient précisées pour que les appareils puissent obtenir un label de qualité : le Service du Génie Rural s'y emploie actuellement. Mais surtout, il est indispensable que les producteurs soient dédommagés des frais qu'ils engagent pour refroidir le lait à la ferme : des primes doivent être données en fonction de la qualité bactériologique du lait; un texte devra être pris pour les encourager.

Jusqu'ici, les municipalités doivent, aux termes de la loi du 16 avril 1935, aménager des installations frigorifiques dans les abattoirs publics. Mais, curieux paradoxe, aucune réglementation n'impose le passage en chambre froide. On conçoit, dans ces conditions, que les communes hésitent à équiper en chambres froides les abattoirs, puisque la rentabilité de ces installations est loin d'être assurée. Certes, un premier pas a été fait pour les abattoirs retenus au programme d'équipement pluri-annuel prévu par le décret du 20 mai 1955 : il est prévu que les viandes doivent séjourner vingt-quatre heures au moins en chambres froides. Il faudrait que ces dispositions soient étendues à tous les abattoirs publics.

Et ainsi, lorsque cette œuvre d'équipement sera achevée, la France pourra disposer d'un ensemble vraiment cohérent, particulièrement utile pour soutenir la concurrence qui résultera de la mise en application du marché commun européen.

DEMANDE DE COMITÉ SECRET

Sur proposition du Bureau, la réunion en Comité secret aura lieu à la fin de la prochaine séance, en vue d'arrêter les propositions concernant les récompenses à attribuer en 1957.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
Dépôt légal 1957 (2e trimestre). — N° d'ordre : 4.586. — C. P. P. P. 23.579

***

Les communications faites à chaque réunion et les observations auxquelles elles donnent lieu sont publiées dans les *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture* qui paraissent deux fois par mois, sauf en août et en septembre, et forment, chaque année, un volume de 700 à 800 pages.

Organe entièrement désintéressé, ayant toujours refusé d'insérer une publicité de quelque nature qu'elle soit, les *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* présentent au point de vue scientifique une haute tenue qui les place au rang des publications similaires de l'Académie des Sciences, de l'Acaémie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire. Ce bulletin, qui a toujours trouvé auprès des élites scientifiques françaises et étrangères l'accueil le plus favorable, est indispensable à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution des recherches agronomiques en France ainsi que des techniques nouvelles appliquées en agriculture.

Reconnue d'utilité publique, l'Académie est habilitée à recevoir des dons et des legs avec ou sans affectation spéciale; les libéralités ainsi faites ont permis la fondation de nombreux Prix destinés à récompenser des recherches ou des essais portant sur toutes les branches de l'Agriculture Française.

***

Les prix et conditions d'abonnement pour l'année 1957 sont les suivants :

	France et Union Française	*Étranger*
	—	—
Abonnement annuel	1.200 fr.	1.500 fr.
Numéro au-dessous de 50 pages . . .	100 »	140 »
Numéro de 50 pages et plus.	125 »	180 »

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France : 18, rue de Bellechasse, Paris (7e), avec paiement par chèque sur Paris, ou de préférence par virement ou envoi postal : C. C. P. 3829-19 Paris.

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 2.000 fr. la collection reliée et de 1.500 fr. en fascicules séparés.

L'Académie peut également fournir des *reliures mobiles*, qualité marocain, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription : Académie d'Agriculture de France. Comptes Rendus des Séances, 20 tringles; non millésimées : 400 francs, millésimées : 450 francs.

N° 9

SÉANCE DU 8 MAI 1957

Présidence de M. Tony BALLU

M. le Président. — Décès de Maurice Lenglen. 467
M. le Secrétaire perpétuel. — Henry Girard (1877-1957). . . 467
Maurice Lenglen (1878-1957) . 469
M. Guinier. — Le VIe Congrès international du Peuplier et les progrès de la populiculture. 470
Présentation d'ouvrages :
M. Guinier. — Les peupliers dans la production du bois et l'utilisation des terres (édition F. A. O.). 473
M. Guinier. — La culture du peuplier par M. Jean Pourtet 473
M. J. Lefèvre. — Présentation d'ouvrage : Guide pratique de la fertilisation par M. André Gros. 475
Observations : **MM. Lavollay, le Président** 476
M. Chouard. — Le Centre de recherches sahariennes de Beni-Abbès et les recherches biologiques et agronomiques au Sahara. 477
Observations : **MM. Desoutter, Heim de Balsac, Chouard** 486
M. Bittel. — Étude comparée de la solubilisation du calcium, du magnésium et du potassium du sol par des tampons acétiques de pH variés (*Note présentée par* **M. Lavollay**). . . 488

SÉANCE DU 15 MAI 1957

Présidence de M. Tony BALLU

M. le Secrétaire perpétuel. — Ouvrages reçus 497
M. de Vilmorin et Mme N. Bilquez. — Variations de la teneur en acide oxalique chez quelques variétés d'épinards. . . . 497
Observations : **MM. Ferrand, Dufrénoy, de Vilmorin.** 498
M. Vayssière. — Présentation du dernier fascicule du « Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée » 499
M. Jean Adam. — Technique agricole des pays chauds : Principes de base. (*Présentation d'ouvrage, par* **M. Ferrand**) . . 499
Observations : **MM. Lefèvre, Bressou** 501
M. A. Masson. — La galvanotaxie appliquée à l'étude des effets ototoxiques d'antibiotiques. (*Présentation d'ouvrage, par* **M. Dufrénoy**). 501
Observations : **MM. Blanc, Dufrénoy**. 502
M. R. Pussard. — Éthologie des imagos de *Thomasiniana lavandulæ*, Barnes (Dipt. *Cecidomyiidæ*). (*Note présentée, par* **M. Vayssière**) 502
M. Joux. — Rôle des substances pectiques dans le maintien de la fermeté des abricots pasteurisés. (*Note présentée, par* **M. Lavollay**) 506
Observations : **MM. Leroux, Lavollay** 513
M. M. Anquez. — L'équipement frigorifique de la France métropolitaine. (*Présentation de la Note, par* **M. Blanc**) 514

* *

Demande de Comité secret pour la prochaine Séance . . . 518

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne), France
C.P.P.P. : 23.579 N° 9. — 6-57 — 4.586